DER PRAKTISCHE

FUNKAMATEUR

14

Hagen Jakubaschk /
Ludwig Scholz

**Fernseh-
empfänger
selbstgebaut**

Der praktische Funkamateur - Band 14 - Fernsehempfänger selbstgebaut

HAGEN JAKUBASCHK
LUDWIG SCHOLZ

Fernsehempfänger selbstgebaut



VERLAG SPORT UND TECHNIK · 1960

Redaktionsschluß: 4. 1. 1960
Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik,
Neuenhagen bei Berlin
 - Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik
Lizenz-Nr.: 545/4/60 5/I 2206

VORWORT

Mit vorliegender Broschüre soll dem interessierten Amateur eine ausführliche und funktionssichere Bauanleitung für einen Fernsehempfänger mittleren Aufwands in die Hand gegeben werden. Beim Entwurf dieses Mustergerätes, das dieser Baubeschreibung zugrunde liegt, wurde davon ausgegangen, daß das Endprodukt ein Industrieempfängern leistungsmäßig vergleichbares Gerät ergeben soll, das nicht nur „ein Bild" liefert, sondern den Zuschauer zum vollen, ungestörten Genuß der Fernsehsendungen kommen läßt.

Daher sind gewisse an den Aufbau zu stellende Mindestanforderungen unumgänglich. Trotzdem wurde auf rentabelsten Aufbau Wert gelegt und auf alle nicht unbedingt notwendigen Verfeinerungen verzichtet. Verwendet werden nur handelsübliche Bauteile sowie an einigen Stellen, wo dies nicht zu umgehen ist, die im einschlägigen Handel erhältlichen Fernseh-Spezialteile des VEB Rafena, Radeberg. Soweit zweckmäßig, werden Anleitungen zum Selbstbau einzelner Teile gegeben.

Im Interesse möglichst geringer Herstellungskosten wurde das Gerät zunächst mit der kleinen 30-cm-Bildröhre bestückt. Ein Umbau auf die jetzt in Industriegeräten allgemein benutzte 43-cm-Röhre ist jedoch ohne weiteres möglich und wird ausführlich erläutert.

Das Mustergerät ist mit z. T. älteren, bei vielen Amateuren noch in der „Bastelkiste" schlummernden Röhren bestückt, um zu zeigen, daß auch vorhandenes Material durchaus verwendet werden kann. Selbstverständlich werden in allen Fällen die entsprechenden modernen Röhrentypen und – soweit erforderlich – die hierfür nötige Schaltungsänderung angegeben und alte Röhren nur dort erwähnt, wo dies ohne Qualitätseinbuße möglich ist.

Für den Amateur ist es besonders wertvoll, daß das Gerät bei abgeschaltetem Bildteil zum normalen UKW-Rundfunkempfang verwendet werden kann.

Funktion und Aufbau der Schaltung sowie Inbetriebnahme und Abgleich des Gerätes werden ausführlich beschrieben. Die Abgleichanleitung wurde dabei soweit als möglich den im allgemeinen beschränkten Meßmitteln des Amateurs angepaßt.

Voraussetzungen für erfolgreichen Nachbau sind: einige Erfahrung im Aufbau von Rundfunkempfängern, einige UKW-Empfängerbau-Praxis und das Verständnis der Wirkungsweise eines Fernsehgerätes. Für eine auch dem Rundfunk-Bastelanfänger „todsicher" gelingende, keinerlei Fähigkeiten voraussetzende „Kochbuch-Bauplananleitung" – möglichst mit Blaupause, Bohrschablone und Verdrahtungsplan – eignet sich naturgemäß ein Fernsehgerät am wenigsten. Immerhin wird der Amateur, der über die allerersten Anfänge hinausgewachsen ist, feststellen, daß ein Fernsehgerät – abgesehen vom Umfang der Schaltung – nicht viel anders zu bauen ist als ein Rundfunkgerät mit UKW-Teil und auch nicht viel mehr Schwierigkeiten bereitet. Spezialwerkzeuge sind – außer den üblichen für Chassisbau und Verdrahtung – nicht erforderlich, dagegen ein guter, regelbarer Meßsender und möglichst ein Gleichspannungs-Röhrenvoltmeter, evtl. auch ein 50-μA-Meßgerät. Sehr wertvoll, aber notfalls entbehrlich ist ein Oszillograf (Bandbreite wenigstens 3 MHz); steht kein hochwertiger zur Verfügung, so ist besser ganz darauf zu verzichten.

Die Fernsehtechnik bildet die Grundlage vieler anderer Techniken (Radartechnik, Meß- und Impulsverfahren usw.). Sie vermittelt allumfassende nachrichtentechnische Kenntnisse. Insbesondere für die in der GST organisierten Funkamateure ist die Beschäftigung mit der Fernsehtechnik daher von nicht zu unterschätzender Bedeutung für ihre Fortbildung. Hierin sehen Verlag und Verfasser die Hauptaufgabe dieses Heftes.

Görlitz/Neuenhagen, 1960

Verfasser und Verlag

1. EINLEITUNG

Wirkungsweise und grundsätzlicher Aufbau eines Fernsehgerätes werden im folgenden als bekannt vorausgesetzt, ihre Beschreibung liegt außerhalb des Rahmens dieser Broschüre. Dagegen ist einiges zu dem gewählten Schaltungsprinzip zu sagen.

Es bestehen zwei grundsätzlich verschiedene Schaltungsmöglichkeiten:

Das Parallelton-Prinzip

Hierbei wird hinter der ersten ZF-Verstärkerstufe, die die Bild-ZF und die um 5,5 MHz tiefer liegende Ton-ZF verstärkt, die Ton-ZF ausgekoppelt und einem eigenen ZF-Verstärker zugeführt, der meist zweistufig ist und dem UKW-ZF-Teil eines Radios entspricht.

Anschließend wird normal demoduliert und die NF dem ebenfalls normal aufgebauten NF-Verstärkerteil zugeführt. – Die Bild-ZF gelangt nach der Trennung von der Ton-ZF über weitere zwei Bild-ZF-Verstärkerstufen zum Bild-Demodulator. Hier sind also Bild- und Ton-ZF hinter dem HF-Eingangsteil voneinander getrennt und werden über zwei getrennte, parallellaufende Kanäle verwertet. Eine zweite Schaltungsmöglichkeit ist das Differenzträger-Verfahren oder

Intercarrier-Prinzip

Die vom Tuner abgegebene Bild- und Ton-ZF durchläuft hierbei gemeinsam den gesamten Bild-ZF-Verstärker, an dessen Demodulator daher neben der Bild-ZF und ihren darunterliegenden Seitenbandfrequenzen noch die Ton-ZF auftritt. Bei der anschließenden Demodulation kommt es zu einer Überlagerung der Bild- und Ton-ZF, als deren Ergebnis hinter dem Demodulator jetzt außer der Bildinhalts-Modulation noch eine Differenzschwingung von 5,5 MHz (entsprechend der Frequenzdifferenz zwischen Bild-ZF und Ton-ZF) vorhanden ist, die sowohl frequenzmoduliert (von der Ton-ZF her) als auch amplitudenmoduliert (von der

Bild-ZF her) ist. Direkt vor der Video-Endstufe, bei einigen Geräten auch erst am Videoausgang unmittelbar vor der Bildröhre, wird diese 5,5-MHz-Frequenz abgegriffen und einem Ton-ZF-Verstärker zugeführt, der hier in erster Linie für eine saubere Begrenzung und restlose Beseitigung des AM-Gehaltes dieser Frequenz sorgt. Die anschließende Ton-Demodulation ist wieder normal geschaltet (Diskriminator oder Ratiodetektor).

Beide Prinzipien haben Vor- und Nachteile, die hier kurz untersucht werden sollen. Das Parallelton-Verfahren wurde bei älteren Empfängern durchweg angewandt, während moderne Industriegeräte fast ausschließlich nach dem Intercarrier- („Zwischenträger"-) Verfahren arbeiten. Dafür ist in erster Linie der Umstand maßgebend, daß Parallelton-Empfänger empfindlich auf akustische Rückkopplung reagieren. Wie auch beim UKW-Empfänger, bewirkt ein mechanisches Schwingen z. B. der Gitterdrähte in der Oszillatorröhre (oder anderer an der Oszillator-Frequenzkonstanz beteiligter Schaltelemente) eine Frequenzänderung, d. h. Frequenzmodulation des Oszillators und damit der ZF. Die mechanische Schwingung wird dann hörbar. Durch Abstrahlung des Lautsprechers auf diese Bauelemente kann es dann zu regelrechten Rückkopplungserscheinungen kommen, ein Problem, das in der Serienanfertigung nicht immer ganz leicht beherrschbar ist. Hinzu kommt die Tatsache, daß besonders das Fernsehband III hier Sorgen bereitet, denn mit steigender Frequenz genügen immer geringere C-Wertänderungen im Oszillator, um eine merkbare Frequenzmodulation hervorzurufen. Der Intercarrier-Empfänger ist hierauf unempfindlich, denn eine Frequenzmodulation des Oszillators verstimmt naturgemäß nicht nur die Ton-ZF, sondern im gleichen Grade auch die Bild-ZF, so daß die 5,5-MHz-Differenz zwischen beiden auch in diesem Falle konstant bleibt. Das Tonsignal wird aber aus dieser Differenzfrequenz abgeleitet, in der die mechanische „Frequenz-Wobbelung" des Oszillators demzufolge bereits nicht mehr enthalten ist. Darüber hinaus hat der Intercarrier-Empfänger noch weitere Vorteile, die seine Verbreitung begründen: Wie soeben gesagt, ist die Ton-ZF (genauer die Differenzfrequenz) von der Oszillatoreinstellung

unabhängig. Ein geringer Fehler bei der Feinabstimmung des Oszillators wird daher im Ton ohne Einfluß bleiben, wodurch sich die bekannte Möglichkeit ergibt, bei schlechtem Empfang u. U. durch geringe Verstimmung des Empfängers (wodurch der Bildträger auf der „Nyquist-Flanke" der Durchlaßkurve des ZF-Teils verschoben wird) eine Änderung des durchgelassenen ZF-Bandes und damit durch Bevorzugung entweder der oberen oder unteren Videofrequenzen eine visuelle Bildverbesserung erzielen zu können. Der Intercarrier-Empfänger wird also stets auf beste Bildqualität abgestimmt, was allerdings auch wieder einige Übung verlangt und daher neuerdings bei einigen Industrieempfängern zur zusätzlichen Einführung einer Abstimmhilfe (magisches Auge oder Kennzeichen im Bild) geführt hat.

Der Parallelton-Empfänger wird dagegen stets auf Ton-Optimum abgestimmt, wodurch die Bildträgerlage auf der Durchlaßkurven-Flanke fest vorgegeben ist. Diesen Vorteilen des Intercarrier-Empfängers stehen jedoch auch einige Nachteile gegenüber bzw. Vorteile des Parallelton-Gerätes, die gerade für den Selbstbau entscheidend sind. Zunächst kann gesagt werden, daß der Parallelton-Empfänger in der Tonqualität von keinem Intercarrier-Gerät übertroffen wird. Das gilt besonders bei Fernempfang unter extremen Verhältnissen (UKW-Rundfunkempfang z. B.). Ein Empfang nur eines Tonsenders allein ist mit dem Intercarrier-Gerät nicht möglich, weil bei fehlendem Bildträger keine Differenzfrequenz gebildet werden kann. Bei stark verrauschtem Bildträger wird dieser von der Rauschspannung ebenfalls frequenzmoduliert, und dieses Rauschen geht mit in die Differenzfrequenz und damit in den Ton ein. Da der Bildträger wesentlich breitbandiger ist, bedeutet das eine erhebliche Verschlechterung des Signal-Rausch-Abstandes gegenüber dem Parallelton-Gerät, der Unterschied beträgt durchschnittlich um 14 dB! Eine weitere Eigenheit ist typisch für den Intercarrier-Empfänger: Falls senderseitig der Weißpegel nicht eingehalten wird bzw. der Sender bei Weißwerten des Bildes zu 100 Prozent ausmoduliert wird (normgemäß 90 Prozent), kommt es zu kurzzeitigem Aussetzen des Bildträgers. Das ist derzeit noch besonders bei Umschaltungen oder Außenübertragungen bei plötzlichen Pegel-

sprüngen im Übertragungskanal der Fall. Während das im Bild kaum auffällt, wird im Ton in diesem Moment der typische „Intercarrierbrumm" hörbar, denn im Moment des Ausbleibens des Bildträgers wird keine Differenzfrequenz mehr gebildet, und daher setzt der Ton ebenfalls aus. Da diese Unterbrechungen im Takte des Bildwechsels auftreten, werden sie mit der Bildwechselfrequenz 50 Hz hörbar. – Der für den Selbstbau entscheidende Unterschied liegt aber im Abgleich beider Empfängertypen begründet. Beim Parallelton-Gerät sind die Bandfilter für eine Gesamt-Durchlaßbreite von etwa 5 MHz dimensioniert. Die vor dem Bild-ZF-Verstärker ausgekoppelte Ton-ZF darf nicht bis zur Bildröhre gelangen, wo sie sonst Störungen (durch das Bild laufende „Ton-Streifen") erzeugen würde. Sie wird in den Filtern durch zusätzliche „Tonfallen"-Kreise unterdrückt. Der Abgleich dieses ZF-Verstärkers ist relativ unkompliziert. Anders sieht dies aber beim Intercarrier-Empfänger aus. Hier muß auch die Ton-ZF vom Bild-ZF-Kanal durchgelassen werden. Für die an dessen Ende stattfindende Mischung zwischen Bild- und Ton-ZF ist nun aber – wie bei jedem Mischvorgang – ein bestimmtes, optimales Verhältnis beider ZF-Spannungen zueinander erforderlich, und zwar soll die Amplitude der Ton-ZF etwa maximal 5 bis 10 Prozent der Bild-ZF-Amplitude betragen. Das bedeutet, daß die ZF-Durchlaßkurve bis 5 MHz linear verlaufen, dann auf 5 bis 10 Prozent abfallen soll (günstigster Wert 8 Prozent), dann um den Wert von ± 200 kHz neben der Ton-ZF nochmals linear verlaufen und hierauf auf 0 abfallen soll. Die jetzt bis zur Bildröhre gelangende Ton-ZF wird hier mittels eines geeigneten Sperrkreises unterdrückt. Die in der Gegend der Ton-ZF linear verlaufende Flanke der Durchlaßkurve wird als „Tontreppe" bezeichnet und durch geeignete Einstellung der Bandfilter und der in diesen enthaltenen Tonfallen erzielt. Die richtige Einstellung der „Tontreppe" ist jedoch nicht ganz einfach und setzt einige Praxis im Abgleich von Industrieempfängern voraus, besonders wenn dafür kein Wobbel-Oszillograf zur Verfügung steht. Da dieser den meisten Amateuren fehlt und ohne ihn ein exakter Neuabgleich eines Selbstbaugerätes selbst für den erfahrenen Fernsehtechniker nicht ganz einfach ist, liegt hier eine ernste

Gefahr für das Gelingen eines Selbstbaues begründet. Deshalb und im Hinblick auf die bessere Tonqualität und vielseitigere Verwendbarkeit des Parallelton-Gerätes, u. a. auch zum Empfang von UKW-Rundfunksendern, wurde für das vorliegende Mustergerät das Parallelton-Prinzip gewählt.

Des weiteren wurde von den in Frage kommenden Zwischenfrequenzen (ältere Geräte 26 MHz Bild, 20,5 MHz Ton; neuere Geräte 38,9 MHz Bild, 5,5 MHz Intercarrier-Ton) die erstere ZF mit 26 bzw. 20,5 MHz gewählt, weil bei der tieferen Zwischenfrequenz eine höhere Stufenverstärkung erreichbar ist (wichtig für Ton-ZF im Hinblick auf UKW-Empfang) und der Aufbau der ZF-Stufen noch nicht allzu kritisch wird. Für diese ZF können etwa noch die aufbaumäßigen Gesichtspunkte normaler UKW-Rundfunkgeräte bzw. ihrer ZF-Teile zugrunde gelegt werden.

Das Mustergerät wurde auf einem vorhandenen Industriechassis (älteres „Rembrandt"-Chassis des VEB Rafena) aufgebaut, wie aus den Bildern zu erkennen ist. An Hand der beigegebenen Chassis-Skizzen und der späteren Hinweise ist selbstverständlich auch der Aufbau eines gleichartigen Chassis aus geeignetem Blechmaterial leicht möglich. Das Mustergerät ist in ein Original-„Rembrandt"-Tischgehäuse eingesetzt. Der Amateur wird jedoch Wert auf ein individuell gestaltetes, seinen Wohnräumen angepaßtes Gehäuse legen, das dann natürlich auch als Standgerät ausgelegt oder z. B. mit einem Musikschrank kombiniert werden kann. Es hätte daher keinen Sinn, hier nähere Angaben für ein bestimmtes Gehäuse zu machen. Seine Innenmaße ergeben sich in jedem Fall aus den Chassismaßen und werden hiervon abgenommen, wobei auch das Chassis — wie später noch erläutert — je nach gewählter Bildröhrengröße und Anbringung der Bildröhre noch in seiner Größe etwas variiert werden kann. — Zur Verwendung veralteter Röhren der 6er-Zahlenreihe, die sich noch im Besitz sehr vieler Amateure befinden und auch im Handel bzw. über die GST zu teilweise sehr geringem Preis erhältlich sind, wurde bereits im Vorwort Näheres gesagt, ebenfalls zur Einzelteilfrage. In bezug auf die Schaltung ist noch zu erwähnen, daß von Störaustastschaltungen, getasteter Regelung usw.

sowie ähnlichen Spezialschaltungen Abstand genommen wurde, da die damit erreichbare Verbesserung in keinem Verhältnis zum Aufwand (beim Selbstbau!) steht und diese Schaltungen gerade für den Fernsehneuling in ihrer Funktion unübersichtlich sind und – falls sie nicht auf Anhieb funktionieren – ein langwieriges Laborieren zur Folge haben können, zumal zu ihrer einwandfreien Untersuchung in jedem Falle ein Oszillograf Voraussetzung ist.

Für den Abgleich ist an Meßgeräten mindestens ein guter Meßsender mit regelbarer Ausgangsspannung für alle in Frage kommenden Frequenzen sowie ein Röhrenvoltmeter für Gleichspannungsmessung erforderlich. Wertvoll, aber notfalls entbehrlich ist ein Breitband-Oszillograf (Service-Oszillograf 3 MHz).

2. SCHALTUNG

Für erfolgreichen Nachbau ist die Kenntnis aller Einzelheiten der Schaltungsfunktion von Wichtigkeit. Daher werden im folgenden die einzelnen Baugruppen und ihre Schaltungsfunktion behandelt.

2.1 Der HF-Eingangsteil (Tuner)

Zum Tuner gehören die HF-Vorstufe, Mischstufe und Oszillator sowie Kanalwählereinrichtung und Abstimmung. Funktion und Güte des Eingangsteiles sind entscheidend für die Leistung des gesamten Gerätes. Ein Selbstbau scheidet hier vollständig aus. Als Tuner kommt ein Trommelkanalwähler in Betracht; im Mustergerät fand hier der Rafena-Tuner aus dem Gerät „Dürer“ bzw. „Rubens“ Verwendung (genaue Typenbezeichnung aller Spezialteile vgl. Anhang).

Der Tuner – in den Bildern vorn rechts neben der Bildröhre zu erkennen – ist mit den Röhren ECC 84 (Rö 1) und ECF 82 (Rö 2) bestückt, seine Schaltung ist aus der Gesamtschaltung (siehe Faltblatt) ersichtlich. Die Umschaltung der einzelnen Kanäle wird durch Spulenwechsel erreicht. Zu diesem Zweck sind einerseits Vorkreis-Koppelspule, andererseits Oszillator-

und Mischkreisspule auf kleinen Streifen mit Kontaktnieten montiert, die längs einer drehbaren Trommel auswechselbar angebracht sind. Durch Drehen der Trommel bekommen die jeweiligen Streifen mit der Tunerschaltung Kontakt. Die Unteransicht des geöffneten Tuners mit ausgebauter Trommel zeigt Bild 1. Die Kammeraufteilung zwischen Vorstufe

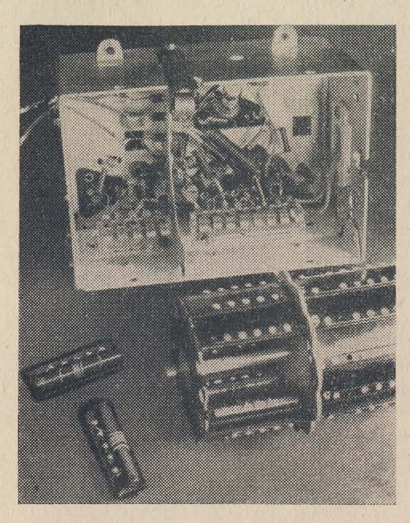


Bild 1 Ansicht des ausgebauten Tuners. Die Schalttrommel (2 Streifen entfernt) ist herausgenommen

und Oszillatorteil sowie die Kontaktfedern für den jeweils anliegenden Trommelstreifen sind zu erkennen. Diese Streifen werden nur durch eine Blattfeder gehalten. Aus der Trommel sind zwei Streifen entfernt. Die Trommel ist nach unten durch eine – in den Bildern nicht sichtbare, da abgenommene – Abschirmhaube verdeckt.

Der Antennenanschluß ist wahlweise für 300 Ohm symmetrisch (Flachbandkabel) oder 70 Ohm unsymmetrisch (Koax-Antennenkabel) benutzbar; bei 70 Ohm liegt dabei der Kabelmantel über C_{20} an Masse. Das Antennenkabel wird direkt – über die je nach Gehäusegestaltung an der Rückwand des Empfängergehäuses angeordnete Antennen-

buchse – dem Tuner zugeführt. Bei 70-Ohm-Kabel bleibt dann einer der beiden Tuner-Antennen-Lötanschlüsse frei. Die Lötanschlüsse für die Antenne befinden sich auf der Tuner-Oberseite neben Rö 1.

Rö 1 ist als Kaskode-Vorstufe geschaltet. Diese rauscharme Eingangsschaltung ist allgemein bekannt, so daß hier auf ihre Behandlung verzichtet werden kann. St_1 ist der Eingangsstreifen der Kanalwählertrommel (der kleinere von beiden, in Bild 1 entfernt). Über St_2 – den Mischkreisstreifen – wird die HF an das Pentodensystem der Mischröhre ECF 82 Rö 2 abgegeben. Ihr Triodensystem dient in kapazitiver Dreipunktschaltung unter Einbeziehung der Röhrenkapazitäten als Oszillator. Die Feinabstimmung erfolgt mit C_{31}, dessen Dielektrikum durch Einschwenken einer Pertinaxscheibe variiert wird. Die Einkopplung auf den Mischkreis erfolgt induktiv. Die oberen zwei Spulen von St_2 (Gesamtschaltbild) sind als Bandfilter mit einer Bandbreite von etwa 10 MHz ausgebildet. Die Trimmer C_{23}, C_{24}, C_{28}, C_{30} dienen zum Ausgleich von Kapazitätsveränderungen bei Röhrenwechsel. C_{21} dient zur Neutralisation der Katodenbasisstufe. Diese Stufe erhält ihre Gittervorspannung von der Kontrastregelleitung (Punkt A über R_{24}, R_{23}, R_9, R_8). Im Anodenkreis von Rö 2 (Mischstufe) liegt das erste, für Bild und Ton gemeinsame Bandfilter Bf_T, das hier als π-Filter geschaltet ist. R_{21} dient zu seiner Bedämpfung. Die ZF gelangt über C_{35} zum Gitter Rö 3.

Weitere Einzelheiten werden in Abschnitt 4. „Inbetriebnahme und Abgleich" behandelt. – Im Betrieb ist zu beachten, daß für die einwandfreie Funktion (Störabstrahlung) die untere Abschirmhaube (über der Tunertrommel) und die Abschirmkappen für Rö 1 und Rö 2 aufgesetzt sein müssen.

2.11 Bestückung der Kanalwählertrommel

Die Tunertrommel hat 12 Schaltstellungen. Stellung 1 und 12 sind dabei im allgemeinen mit Leerstreifen besetzt bzw. tragen Sonderstreifen für Sender, die z. Zt. noch auf nicht normgerechten Sonderfrequenzen arbeiten.

Hinsichtlich der Schaltstellungen sind die Kanalwähler unterschiedlich bestückt. Es ist daher gut, sich nach den

aufgedruckten Streifennummern zu orientieren. Die Kanalwählerstreifen mit weißen Nummern 13 und 14 – an Stelle einer der Kanalnummern 1 bis 12 eingesetzt – gelten dann für nicht normgerechte Sonderfrequenzen. Grüne Streifennummern entsprechen noch der (in der DDR nicht mehr gültigen) OIR-Norm. Nicht für Bildempfang benötigte Kanalstreifen können für den Empfang von UKW-Rundfunksendern eingerichtet werden (siehe Anhang).

2.2 Bild-ZF-Verstärker

Die ZF wird vom Tuner an das Gitter der ersten ZF-Verstärkerstufe Rö 3 abgegeben. Für diese Leitung ist am Tuner kein Lötpunkt vorhanden, vielmehr ist sie – meistens gelb – als einzelne kurze Leitung seitlich aus dem Tuner herausgeführt. Die Einzelteil-Anordnung ist so getroffen, daß die Leitung auf kürzestem Wege zur Rö 3 geführt und dort angelötet werden kann. Rö 3 ist normal geschaltet, sie erhält ihre Gittervorspannung ebenfalls von der Kontrast-Regelleitung. Die nicht überbrückten Katodenwiderstände von Rö 3 und Rö 4 wirken der bei der Kontrastregelung entstehenden Änderung der ZF-Durchlaßkurve entgegen und kompensieren sie fast völlig. Für Rö 3, 4 und 5 sollte zweckmäßig nur die EF 80 verwendet werden, jedoch ist ohne größeren Nachteil auch die Verwendung der 6 AC 7 möglich, wie im Mustergerät bei Rö 5 geschehen. Dabei ist eine Schaltungsänderung nicht erforderlich, allenfalls können die Katodenwiderstände von Rö 3 und 4 geringfügig variiert werden, falls eine Kontrollmessung bei verschiedenen Kontrasteinstellungen eine Veränderung der Durchlaßkurve ergibt. Im Anodenkreis von Rö 3 liegt das (zweite) Bandfilter Bf_1, das als einkreisiges Filter aufgebaut ist. Gleichzeitig erfolgt in diesem Filter die Auskopplung der Ton-ZF von 20,5 MHz. Ein Selbstbau dieses und der anderen Bandfilter wäre grundsätzlich möglich. Da die Filter aber einen bestimmten Gütefaktor aufweisen müssen (einwandfrei ausgeglichene Durchlaßkurve), erfordert ihr Selbstbau Erfahrung und die zum Vorabgleich nötigen Meßgeräte. Da ein solches Filter nur wenige Mark kostet und der Selbstbau u. U. starke Qualitätseinbußen mit sich bringen kann, wird vom Selbstbau abgeraten. Im Mustergerät fanden die im Anhang auf-

geführten Rafena-Filter Verwendung. Vom Bf_1 gelangt die Bild-ZF an das Gitter von Rö 4. Diese Röhre erhält ihre Gittervorspannung ebenfalls von der Kontrastregelung. Die Gitterwiderstände R_{26} und R_{29} sowie ggf. R_{33} bedämpfen die Bandfilter und haben daher Einfluß auf die Gesamtdurchlaßkurve. Falls beim späteren Abgleich Schwierigkeiten (durch zu scharf ausgeprägte Filterresonanz bzw. zu flaches Maximum) auftreten, können diese Werte etwas geändert werden.

Im Anodenkreis der Rö 4 liegt das (dritte) Bandfilter Bf_2, ebenfalls ein einkreisiges Filter. Es enthält die erste Tonfalle. Dieser Kreis ist auf 20,5 MHz abgestimmt und verhindert ein Eindringen der Ton-ZF in die Video-Endstufe. Auch die zweite Tonfalle mit C_{51} im Bf_3 dient diesem Zweck. Vom Bandfilter Bf_2 gelangt die ZF zur dritten Verstärkerstufe Rö 5. Hier sollte (wenn keine 6 AC 7 vorhanden ist) ebenfalls die EF 80 eingesetzt werden. An dieser Stelle sei bereits erwähnt, daß bei Änderung der Röhrenbestückung gegenüber der im Originalgerät die Durchmesser der Ausschnitte für die Röhrenfassungen in der Chassis-Maßskizze (siehe Bild 6 – Falttafel) entsprechend geändert werden müssen. Die dort angegebenen Maße beziehen sich auf die Originalbestückung des Mustergerätes.

Im Anodenkreis von Rö 5 liegt als Arbeitswiderstand die LR-Kombination R_{36}/Dr_3. Hierbei handelt es sich um eine kleine Korrekturdrossel, die zur Erzielung einer sauberen Durchlaßkurve beiträgt und die den durch Schaltkapazitäten usw. verursachten Verlust an der oberen Bandgrenze kompensiert. Diese sowie die weiteren ähnlichen Korrekturdrosseln sind im Anhang mit genauer Typenbezeichnung aufgeführt, auch Selbstherstellung ist möglich. Der Parallelwiderstand dient dabei jeweils als Wickelkörper für die Drossel, beide stellen eine Einheit dar.

Die Drossel Dr_3 ist für die Röhre 6 AC 7 dimensioniert. Bei Verwendung einer EF 80 ist sie u. U. entbehrlich. Sie sollte trotzdem zunächst vorgesehen und nur, falls sich dann bereits eine Bevorzugung der hohen Frequenzen über das zulässige Maß (Plastikbildung, Überschwingen) ergibt, entfernt werden. R_{36} ist dann auf etwa 5 kOhm (Versuch) zu

erhöhen. Da diese Korrekturdrosseln äußerst billig sind, kommt ein Selbstbau kaum in Frage. Die Drosseln werden mit ihren 0,25-W-Widerstands-Wickelkörpern frei in die Verdrahtung eingelötet. Hinter Rö 5 folgt das Bandfilter Bf_3 mit der zweiten Tonfalle. Alle Bandfilter benutzen zur Erzielung eines möglichst hohen L/C-Verhältnisses (wichtig, da die Filter wegen der erforderlichen großen Bandbreite mit R_{26}, R_{29}, R_{33}, R_{37} relativ stark bedämpft werden) nur die Röhren- und Schaltkapazität als Schwingkreis-C. Daraus ergibt sich, daß bei Röhrenwechsel in einer dieser Stufen u. U. ein Nachgleich der betreffenden Filter erforderlich werden kann.

An dieser Stelle soll noch die Kontrastregelung des Gerätes erläutert werden. Sie geschieht wie üblich durch Verstärkungsregelung der HF-Vorstufe Rö 1 und der ZF-Stufen Rö 3 und Rö 4. Zu diesem Zweck wird im Netzteil eine negative Spannung von etwa 14 Volt erzeugt. Ausgangspunkt ist eine Wechselspannung von 12,6 Volt, die durch Reihenschaltung der Heizwicklungen V (Netztrafo Tr 1) und IV (Trafo Tr 2) erzeugt wird. Sie wird über einen Kleingleichrichter Gl_1 (Germanium-Diode OA 625, auch ein Sirutor, eine kleine Selenzelle o. ä. ist geeignet) gleichgerichtet und erscheint mit negativer Polarität am Kleinelko C 13, wird über R_4 und C_{14} gesiebt und steht am Kontrastregler P_1 zur Verfügung. Je nach Stellung von P_1 tritt dann am Punkt A eine verschieden hohe negative Vorspannung auf, die über R_{24} auf die Kontrastregelleitung und von da zu den Gittern von Rö 1, 3 und 4 gelangt.

Es empfiehlt sich, von vornherein eine Fernbedienung vorzusehen (beim Mustergerät wurde sie erst nachträglich eingebaut). Dieser Fernbedienungsteil braucht nur zweite Regler für Helligkeit und Kontrast zu enthalten, eine Lautstärkeregelung ist hier überflüssig. Der ganze Fernbedienungsteil besteht dann nur aus zwei, in einer kleinen Kunststoffdose (Seifendose) eingebauten Kleinreglern und wird über ein etwa 6 m langes Kabel und eine fünfpolige Kupplung (ggf. alter Röhrensockel) an das Gerät angeschlossen. Die Kontrastregelung erfolgt dann dadurch, daß der Fernregler (vgl. Gesamtschaltung rechts oben)

über die Anschlüsse F und A sowie die Entkopplungswiderstände R_6 (an P_1) und R_7 (am Anschluß nach P_{11}) dem eingebauten Kontrastregler P_1 parallelliegt.

Das Fernbedienungskabel ist, da es nur Gleichspannungen führt, gänzlich unkritisch.

2.3 Video-Demodulator und Video-Endstufe

Vom Bandfilter Bf_3 gelangt die ZF zum Bild-Demodulator. Dieser ist kombiniert mit einer einfachen Schwarzwert-Festhalte-Schaltung, die eine wesentliche Bedienungserleichterung darstellt. Mit der früher üblichen Schwarzpegel-Rückgewinnung darf sie nicht verwechselt werden, letztere entfällt wegen der galvanischen Kopplung zwischen Demodulator, Videostufe und Bildröhre. Um die Funktion dieser Stufe zu zeigen, ist in Bild 2 ein auszugsweises Ersatz-

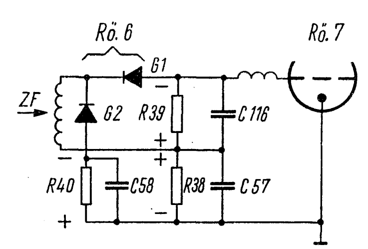


Bild 2 Prinzip der Schwarzpegelhaltung, Erklärung im Text

schaltbild gegeben. Es sei zunächst angenommen, daß R_{39} und C_{116} mit dem unteren Ende an Masse liegen und G_2, R_{38}, C_{57}, R_{40}, C_{58} nicht existieren. Dann liegt eine einfache Diodengleichrichtung mit R_{39} als Arbeitswiderstand vor. Die Bild-ZF wird hier normal gleichgerichtet und das Bildsignal in galvanischer Kopplung an das Gitter der Video-Endröhre Rö 7 abgegeben. Falls sich nun der Kontrast (d. i. die ZF-Amplitude) ändert, so ändert sich damit auch die bei der Gleichrichtung entstehende negative Vorspannung von Rö 7 und damit deren Arbeitspunkt. Wegen der galvanischen Kopplung zwischen Rö 7 und der Bildröhre ändert sich auch deren Arbeitspunkt, was zu einer Veränderung der Helligkeit führt. Das bedeutet, beim Betätigen des Kontrastreglers muß immer der Helligkeitsregler mitbedient werden. Um

diese unangenehme Notwendigkeit auszuschalten, wird über die zweite Diodenstrecke G_2 und R_{40}, R_{38} eine gleich große Gegenspannung erzeugt, die die Gleichspannungsschwankungen an R_{39} kompensiert (in Bild 2 durch die angeschriebenen Vorzeichen angedeutet). Hierbei bilden R_{40} und C_{57} miteinander eine Siebkette, die die Kompensation so träge macht, daß sie nur auf bleibende Kontraständerung, nicht aber auf den Bildinhalt selbst oder auf kurze Störspitzen – die jetzt nur am Glied R_{40}/C_{58} mit wesentlich geringerer Zeitkonstante auftreten, wo sie unschädlich sind – anspricht. In der Gesamtschaltung ist das obere System von Rö 6 der Videodemodulator, wie aus dem Vergleich der Einzelteilbezeichnungen mit Bild 2 hervorgeht. Es fällt dabei auf, daß in der Gesamtschaltung in Reihe mit R_{39} noch eine Korrekturdrossel Dr_4 eingeschaltet ist, die – ähnlich wie die bereits früher erwähnte Drossel Dr_3 – eine Kompensationsdrossel zur Linearisierung des Videofrequenzganges ist. Ähnliches gilt für die Drossel Dr_5 in der Gitterleitung der EL 83. Da hierbei die Verdrahtungs- und Röhrenkapazitäten mitsprechen, kann es bei Verwendung einer 6 AG 7 in der Videostufe günstiger sein, Dr_5 fortzulassen. Hierüber entscheidet der Versuch, im übrigen gilt das auf Seite 16 für Dr_3 Gesagte. Ganz ähnlich sind die Drosseln Dr_6 und Dr_7 im Anodenkreis der Rö 7 beschaffen. Auch deren Parallelwiderstände sind gleichzeitig die Wickelkörper für die Drosseln; mit ihren Anschlußfahnen werden die Drosseln wie Widerstände so kurz wie möglich frei in der Verdrahtung eingelötet. Zwischen Dr_6 und Dr_7 zweigt der Bildröhrenanschluß ab. Da die Bildröhre in der Katode moduliert wird, gestaltet sich die Helligkeitsregelung mittels Vorspannungsänderung am Wehneltzylinder (Gitter 1 der Rö 23) recht einfach. Hinter Dr_7 liegt noch ein Anoden-Arbeitswiderstand R_{46}, an dem die Synchronimpulse abgegriffen werden; sie gelangen gleichzeitig an die Katode der Bildröhre und steuern diese während des Zeilenwechsels dunkel, so daß sich eine besondere Zeilen-Rücklaufverdunklung erübrigt. Die Helligkeitsregelung der Bildröhre erfolgt mit dem Regler P_2 durch Vorspannungsänderung am Wehneltzylinder. Diesem Regler liegt wiederum im Fernbedienungsteil der Parallelregler P_{12} über die Entkopplungswiderstände

R_{49}, R_{50} parallel. Über C_{61} wird dem Wehneltzylinder ferner der Vertikal-Dunkeltastimpuls (Rücklaufverdunklung beim Bildwechsel) zugeführt. Schirmgitterspannung (Gitter 2) und Anoden-Hochspannung werden der Bildröhre, wie später noch gezeigt wird, aus dem Zeilenkippteil zugeführt. Die gezeigte Schaltung gilt ohne Änderung auch bei der Verwendung einer großen Bildröhre (B 43 M1). Zur Auswahl von Rö 6 und Rö 7 ist noch zu sagen, daß hier möglichst den entsprechenden angeführten E-Typen der Vorzug gegeben werden soll. Das gilt besonders für Rö 7, mit der ein bedeutend ausgeglichenerer Videofrequenzgang bei Verwendung der EL 83 erzielt werden kann. Allerdings machen sich kleine Abweichungen im Frequenzgang der Videostufe im Bild längst nicht so stark bemerkbar, als man im ersten Moment anzunehmen geneigt ist. Für die EL 83 wird R_{43} auf 125 Ohm erniedrigt. Der Katodenkondensator C_{15} darf jedoch keinesfalls kleiner als angegeben bemessen werden (möglichst sogar 500 μF), da es sonst unweigerlich zu Fahnenbildung nach Schwarz-Weiß-Sprüngen und ungenügender Übertragung der tiefen Frequenzen (größere Flächen gleicher Helligkeit) kommt. Bei Rö 6 ist die im Mustergerät verwendete 6 H 6 der EAA 91 elektrisch gleichwertig, aber als veraltet anzusehen. Hier können jedoch mit Vorteil die angegebenen, für Bild-Demodulation speziell bestimmten Germanium-Dioden OA 626 (VEB WBN Teltow) verwendet werden (preisgünstig; verdrahtungs- und aufbaumäßiger Vorteil, Einsparung einer Röhre). Da eine ähnliche Lösung auch für Rö 10 und Rö 14 möglich ist, können gegenüber dem Mustergerät drei Röhren eingespart werden. Dadurch wird die Gesamt-Röhrenzahl (ohne Hochspannungsgleichrichter und Bildröhre) auf 18 vermindert. Bei Verwendung der OA 626 an Stelle Rö 6 kann es u. U. erforderlich werden, R_{40} zu verringern, falls die Schwarzpegelhaltung nicht vollständig kompensiert, was durch den endlichen Sperrwiderstand der Dioden begründet ist. Auch eine Vergrößerung von C_{57} kann dann helfen.

2.4 Der Ton-ZF-Verstärker

Die im Bandfilter Bf_1 hinter Rö 3 ausgekoppelte Ton-ZF wird dem Gitter von Rö 8 zur weiteren Verstärkung zugeführt.

Im Mustergerät fand an dieser Stelle sowie für Rö 9 ebenfalls die 6 AC 7 Verwendung. Mit der EF 80 ist aber eine noch etwas höhere Stufenverstärkung erreichbar. Die Werte der Schaltung können auch hier für beide Typen beibehalten werden. Im Anodenkreis von Rö 8 liegt das Ton-ZF-Bandfilter Bf_4 (20,5 MHz) das keine Besonderheiten aufweist. Für dieses Filter kann auch ein normales 10,7-MHz-UKW-ZF-Filter verwendet werden, das durch teilweises Abwickeln für die verwendete ZF eingerichtet wird. Von Bf_4 gelangt die Ton-ZF zum Gitter der Begrenzerstufe Rö 9. Die Begrenzerwirkung wird damit analog einem normalen UKW-Empfänger in bekannter Weise durch niedrige Schirmgitterspannung (Spannungsteiler R_{55}, R_{56}) und Anodenspannung (hoher Wert von R_{57}) sowie durch das Begrenzerglied R_{54}/C_{71} in der Gitterleitung erreicht. Rö 9 gibt die ZF an das Diskriminatorfilter Bf_5 ab. Hier sollte nach Möglichkeit das im Anhang angegebene Originalfilter verwendet werden. Grundsätzlich ist der Selbstbau eines solchen Filters möglich bzw. kann es aus einem 10,7-MHz-Filter hergestellt werden (Rö 10 wird dann als Ratiodetektor wie bei üblichen UKW-Empfängern geschaltet), jedoch ist es nicht ganz einfach, die erforderliche Symmetrie beider Teilspulen der Sekundärseite zu erreichen. Da auch hier wieder allein die praktische Messung entscheidet, wird auf die Angabe einer Wicklungsvorschrift für dieses Filter – deren Wert sehr zweifelhaft wäre – verzichtet.

Für die Bestückung des Diskriminators Rö 10 gilt das bereits für Rö 6 Erwähnte. Die ggf. verwendeten Germanium-Dioden sollen wertgleich und möglichst ausgesucht sein. Eventuell ist hier auch die Verwendung eines Diodenpaares OAA 646 von Vorteil. Die NF gelangt über den Umschalter U an den Lautstärkeregler P_3. Der Umschalter U hat den Zweck, einen Diodenanschluß für den Betrieb eines Tonbandgerätes vorsehen zu können, wobei der NF-Teil gleichzeitig zur Tonbandwiedergabe benutzt werden kann.

Es kann, falls für das Doppelpotentiometer P_4/P_5 eine Ausführung mit Zug-Druck-Schalter bei passenden Werten greifbar ist, dessen Schalter zur Umschaltung bei U herangezogen werden. Dann wird der Komplex zwischen C_{76} und

P_3 zweckmäßig nach Bild 3 geschaltet. Der geschlossene Schalter entspricht dann der Umschaltung auf Tonband bzw. Platte.

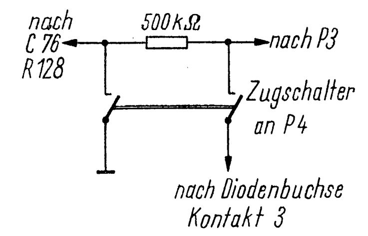


Bild 3 Schaltvorschlag für NF-Umschaltung auf Diodenbuchse mit Zugschalter an P_4

Zum Aufbau von Ton-ZF-Verstärker, Demodulator und NF-Teil ist im Rahmen dieser Bauanleitung wenig zu sagen, da der ganze Komplex – wie schon mehrfach erwähnt wurde – starke Parallelen zu einem normalen UKW-Empfänger hat und die für dessen Aufbau zu beachtenden Gegebenheiten (kürzeste, verkopplungsfreie Verdrahtung, richtige Auswahl der Erdpunkte usw.) beim Bau eines Fernsehgerätes als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Einige entsprechende Hinweise werden außerdem später bei der Besprechung der Verdrahtungsarbeiten und des Netzteiles noch gegeben.

2.5 Der NF-Verstärker

Hinter P_3 beginnt der NF-Verstärkerteil. Er bietet ebenfalls keine Besonderheiten. Der Katodenwiderstand von Rö 11 (NF-Vorröhre) ist nicht überbrückt, die an ihm entstehende Stromgegenkopplung trägt zur Verminderung des Klirrfaktors bei. Zum gleichen Zweck erhielt die Endröhre Rö 12 eine Spannungsgegenkopplung über R_{70}. Für die Tonblende wurde eine Schaltung gewählt, die bei geringstmöglichem Aufwand ein Maximum an Wirkung und eine leicht überblickbare Funktion aufweist, da sie nicht unter Zuhilfenahme einer Gegenkopplung arbeitet. In Mittelstellung von P_4 ist der Frequenzgang linear, in der linken Endstellung erfolgt eine Absenkung der Tiefen, in der rechten Endstellung werden die Höhen bedämpft. Falls eine be-

sonders kräftige Baßwiedergabe gewünscht wird (aus physiologischen Gründen ist das übrigens beim Fernsehgerät im Gegensatz zum Rundfunkgerät nicht ratsam), kann R_{70} zusätzlich noch mit einem Kondensator von 50 ··· 500 pF (ausprobieren) überbrückt werden. Die NF-Vorstufe Rö 11 wurde im Mustergerät mit einer als Triode geschalteten 6 AC 7 bestückt, für die Endstufe fand eine 6 AG 7 Verwendung. Es sind aber auch hier noch zahlreiche andere Röhrenkombinationen möglich. Ohne Schaltungsänderung kann z. B. Rö 11 durch eine EC 92 und Rö 12 durch eine EL 84 ersetzt werden (R_{72} für EL 84 dann 150 Ohm). Noch günstiger ist die Verwendung einer ECL 82. Da diese Röhre getrennte Katoden hat, kann das Triodensystem an Stelle der Rö 11 treten, während der Pentodenteil die Endstufe Rö 12 ersetzt (R_{72} für ECL 82 dann 450 Ohm). Das bedeutet gleichzeitig die Einsparung einer weiteren Röhre (die auf Seite 20 gegebene Aufrechnung vermindert sich damit auf insgesamt 17 Röhren). Ohne einschneidende Vereinfachungen ist diese Röhrenzahl kaum noch zu unterbieten. Die Primärimpedanz des Lautsprecherübertragers Tr 6 ist natürlich je nach dem tabellenmäßigen Anpaßwert der gewählten Endröhre festzulegen, geeignete Übertrager sind in großer Anzahl im Handel.

Der Anschluß der Lautsprecher ist im Gesamtschaltbild nur angedeutet, da er stark von der jeweiligen Gehäusegestaltung abhängt. Ein Tischgehäuse wird man z. B. mit zwei kleinen Seitenlautsprechern ausrüsten (Ovalchassis je etwa 2,5 W), die den Schall durch geeignet verkleidete Gehäusedurchbrüche seitwärts abstrahlen. Diese beiden Ovallautsprecher können auch direkt beiderseits der Bildröhrenblende angebracht werden. Hierbei ist aber zu beachten, daß die Magneten der Lautsprecher — für die nur Perma-Chassis in Frage kommen werden — ein Streufeld aufweisen, das in so unmittelbarer Nachbarschaft der Bildröhren-Vorderseite leicht zu Bildverzerrungen führen kann (zusätzliche magnetische Strahlablenkung). Es können dann u. U. Abschirmwände aus nicht zu schwachem Eisenblech zwischen Bildröhre und Lautsprecher erforderlich werden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß aus dem gleichen Grund beim Aufbau des Chassis auch keine magnetfeldbildenden

Organe (Netzdrosseln, Netztrafos usw.) in unmittelbarer Nähe des Bildschirmes angeordnet werden dürfen. In dieser Hinsicht halte man sich bei eigenen Chassisentwürfen etwa an die Anordnung der entsprechenden Einzelteile im Mustergerät, wobei auch die räumliche Lage der Kernpakete von Tr_6, Dr_1 und Dr_2 sowie Tr_1 und Tr_2 (aus den Bildern ersichtlich) zu beachten ist. Soll das Fernsehgerät zusammen mit einem Rundfunkempfänger in einem Musikschrank eingebaut werden, sei auf die Möglichkeit hingewiesen, den NF-Teil des Fernsehgerätes ganz einzusparen und die Wiedergabe über den bereits vorhandenen NF-Teil des Musikschrankes vorzunehmen. Damit entfallen Rö 11 und 12 sowie der dazugehörige Schaltkomplex (und die Lautsprecher), was insgesamt eine nicht unbeträchtliche Verbilligung bedeutet. Die Regler P_3 und P_4 entfallen dann ebenfalls, P_6 (Zeilenfrequenz) und P_5 (Bildfrequenz) werden als Einfach-Potentiometer ausgebildet oder – bei entsprechender Umgestaltung der Lage der Regler an der Chassisvorderwand – zu einem Doppelregler zusammengefaßt, während die Netzzuleitung für das Fernsehgerät mit vom Netzschalter des Radiogerätes abgegriffen oder auch mit einem der Regler P_5 oder P_6 netzschaltermäßig kombiniert werden kann. Die von C_{76} (Ton-Demodulator) kommende NF-Leitung führt dann zum Plattenspielereingang des Rundfunkgerätes, das natürlich ebenfalls ein Wechselstromgerät sein muß.

2.6 Die Impulsabtrennung

Es ist nun noch der Ablenkteil des Fernsehgerätes zu betrachten. Er beginnt mit der Impulsabtrennstufe Rö 13.

Für die Impulsabtrennung wurde eine nach dem Audionprinzip arbeitende Doppelclipper-Schaltung gewählt, die vor den üblichen Schaltungen für Amplitudensiebe neben guter Wirksamkeit den Vorzug hat, daß sie keine übermäßig genaue, nachträgliche Arbeitspunkt-Einstellung benötigt, wie das z. B. bei üblichen Begrenzerschaltungen oder der neuerdings in Industriegeräten viel angewendeten Störaustastschaltung mit der Spezialröhre EH 90 der Fall ist. Derartige Schaltungen entfalten nur bei exakter Einstellung ihre volle

Wirksamkeit, können aber auch andererseits bei anfänglich ungenauer Arbeitspunktwahl – die sich auch durch genaue Dimensionsangaben nicht vermeiden läßt – großen Ärger bereiten, zumal wenn kein Oszillograf zur Verfügung steht, mit dem die Funktionen überprüft und eventuelle Fehlerursachen gesucht werden können. Die gewählte Schaltung ist in dieser Hinsicht relativ unkritisch. Die RC-Kombinationen R_{73}/C_{82}, R_{74}/C_{83}, und R_{75} sorgen dafür, daß das erste System der Röhre 13 automatisch im unteren Kennlinienknick arbeitet. Deshalb und wegen des hohen Anodenwiderstandes (R_{77}) stehen an seiner Anode bereits die reinen, vom Bildinhalt getrennten und schon gutbegrenzten Synchronimpulse zur Verfügung. Das zweite System von Rö 13 übernimmt die weitere Begrenzung – der Impuls ist jetzt in Größe und Form vom Eingangsimpuls nahezu unabhängig – und die für Rö 14 erforderliche Symmetrierung (mittels gleicher Anoden- und Katodenwiderstände). Die galvanische Kopplung zwischen erstem und zweitem System unterstützt die Begrenzerwirkung. Diese Schaltung ist relativ variationsfähig und leicht zu beherrschen. Falls z. B. bei schwach einfallendem Sender das Gerät nicht mehr sicher synchronisiert, kann durch geringe Vergrößerung von R_{73} eine bessere Synchronisierung erreicht werden, besonders bei stark „verrauschtem" Bild. Dabei wird aber die Schaltung empfindlich gegen Störungen durch Reste der Bildmodulation, besonders bei Bildern mit großem Weißgehalt. Falls am Empfangsort starke äußere Störungen (Kraftfahrzeug-Zündimpulse u. ä.) auftreten, kann versucht werden, durch Vergrößerung von R_{74} und gleichzeitige Verkleinerung von C_{83} (wobei das Produkt beider Werte gleich bleiben soll) die Störimpulssicherheit zu verbessern. Es ist also möglich, je nach den örtlichen Verhältnissen die eine oder andere Eigenschaft des Impulssiebes mehr hervortreten zu lassen, wobei die Werte des Mustergerätes die für den Durchschnittsfall günstigsten sind. Zu hohe Werte von R_{73} machen sich durch verschliffene Impulse („verkantete" Testfigur im Bild) bemerkbar, zu geringe Werte können den Video-Frequenzgang ungünstig beeinflussen.

Das zweite System von Rö 13 gibt die Synchronimpulse an

den Vertikal-Kippteil und den Horizontal-Kippteil ab. Für Rö 13 fand die 6 SN 7 Verwendung, die genau der ECC 82 entspricht. Beide Röhren sind daher gleichermaßen geeignet; die ECC 82 ist jedoch moderner. Auch hier ist keine Schaltungsänderung erforderlich.

2.7 Die Vertikalablenkung

Der Bildkippgenerator ist als Sperrschwinger mit nachfolgender Endstufe aufgebaut. Um ein einwandfreies Zusammenarbeiten mit der Ablenkeinheit zu gewährleisten, lehnt sich die hier verwendete Schaltung stark an die der entsprechenden Industriegeräte an. Die Synchronisierung erfolgt mit den von Rö 13 gelieferten Synchronimpulsen, aus denen durch Integration der Vertikalimpuls ausgesiebt wird. Dies geschieht in der aus Sicherheitsgründen dreiteilig aufgebauten Integrierkette mit $R_{80 \ldots 82}$ und $C_{86 \ldots 88}$. Der durch die Integration verursachte Spannungsverlust wird durch den Trennverstärker Rö 15 ausgeglichen. Für Rö 15 wurde im Mustergerät ein System einer 6 SN 7 verwendet, das zweite System blieb unbenutzt. Hier kann wiederum eine ECC 82 – ebenfalls nur mit einem System – oder eine EC 92 eingesetzt werden. Schaltungsänderungen ergeben sich daraus nicht. Über C_{89} gelangen die Vertikal-Synchronimpulse zur Anode des Sperrschwingers. Für ihn wird das Triodensystem der Rö 16 (ECL 82) benutzt. Im Prinzip entspricht der Sperrschwinger einem überkoppelten Audion, er liefert bereits eine recht gute Sägezahnschwingung. Die frequenzbestimmenden Glieder sind C_{90}, R_{88} und P_5. Mit P_5 wird die Bildfrequenz eingestellt. Für den Sperrschwinger-Übertrager Tr_4 fand im Mustergerät der Original-Sperrschwingertrafo des „Dürer" Verwendung. Der Originaltrafo ist im Anhang (Wickelvorschriften) mit verzeichnet.

Über C_{93} gelangt die Sägezahnschwingung auf das Gitter der Bildendröhre (Pentodensystem von Rö 16), die die für das Ablenksystem erforderliche Leistung aufbringt. Der Bildausgangstrafo Tr_5 – im Mustergerät ebenfalls der im Anhang aufgeführte Original-„Dürer"-Trafo – dient zur Anpassung der Ablenkeinheit an die Endröhre. Die steile Rückflanke des Sägezahns bewirkt eine hohe Rückschlag-

Impulsspannung, die mit der an der Anode der Bildröhre liegenden Kombination R_{92}/C_{94} auf ein erträgliches Maß herabgesetzt wird. Gleichzeitig wird dieser Rückschlagimpuls zur Dunkeltastung des Vertikalrücklaufs ausgenutzt, indem er über C_{61} dem Wehneltzylinder der Bildröhre Rö 23 zugeführt wird. Diese Rücklaufaustastung ist notwendig, weil – im Gegensatz zum Zeilenimpuls, der, wie beschrieben, direkt an der Katode der Bildröhre wirksam wird und dort automatisch für Dunkeltastung des Zeilenrücklaufs sorgt – der Bildimpuls kein Ganzes, sondern aus dem eigentlichen Vertikalimpuls und mehreren Vor- und Nachtrabanten zusammengesetzt ist, die bei der Aussiebung des Vertikalimpulses in der Integrierkette für definierte Aufladungsverhältnisse und damit für exaktes Ineinandergreifen der beiden Halbbilder (Zeilensprungverfahren) sorgen. Daher käme es zwischen den Einzelimpulsen im Moment des Vertikalrücklaufs zu einer Aufhellung der Zeilen, die als schräg über das Bild laufende Striche sichtbar würden. Durch den vom Ausgang der Bildablenkendstufe mit negativer Polarität abgeleiteten Rückschlagimpuls wird diese unterbunden.

Hier sei eingefügt, daß diese Zusammenhänge zur Kontrolle des Synchronisierzustandes des Bildablenkteils und insbesondere zum Nachweis evtl. auftretender Zeilen-Paarigkeit (nicht exaktes Ineinandergreifen beider Halbbilder) dienen können: Wenn der Rückschlagimpuls dem Gitter der Bildröhre mit umgekehrter (positiver) Polarität zugeführt wird, bewirkt er ein Aufhellen des Vertikalrücklaufes. Bild 4 gibt dafür ein Beispiel. Dieser Effekt kann erreicht werden, indem probeweise Anschluß 7 am Trafo Tr_5 abgelötet und ein Widerstand von wenigen Ohm (Wert ausprobieren, nicht größer als für Erkennbarkeit des Rücklaufs nötig) gegen Masse zwischengeschaltet wird. Kondensator C_{61} wird dann am Verbindungspunkt dieses Widerstandes mit Tr_5, Anschluß 7 angeschlossen. Der Rücklauf setzt – je nach Halbbild – entweder in der Mitte der letzten Zeile oder am Anfang ein (Bild 4). Ebenfalls ist dort zu sehen, daß auch beim Rücklauf jetzt – entsprechend auseinandergezogen – die Strahlrückläufe beider Halbbilder genau ineinanderliegen. Der mehrfache Zickzackweg des Rücklaufs erklärt sich einfach

aus der auch während des Bildwechsels unsynchronisiert weiterschwingenden Zeilenablenkung. Wieviel Rücklaufzeilen auftreten, hängt daher von der Geschwindigkeit des Rück-

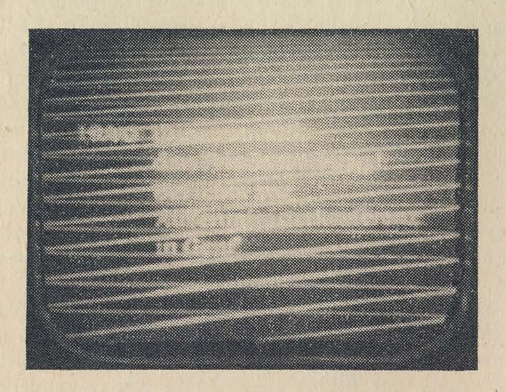


Bild 4 Hellgetasteter Zeilenrücklauf. Erklärung im Text

laufs ab (bzw. der Steilheit der hinteren Bildsägezahnflanke) und ist unkritisch. Entsprechend der CCIR-Normung dürfen es maximal 19 Zeilen pro Halbbild sein, in Bild 4 sind es etwa 10 pro Halbbild. Bei schlechtem Synchronisierverhältnis ist der Abstand zwischen den Hellzeilen nicht konstant, sondern dauernden Schwankungen unterworfen. Paarigkeit der Zeilen ist ebenfalls an ungleichen Abständen der Rücklaufzeilen oder daran zu erkennen, daß der unterste Strahlrücklauf nicht genau in Zeilenmitte bzw. am Zeilenanfang beginnt. Auch der Synchronisierzwang des Sperrschwingers durch Rö 15 ist beim Verändern der Einstellung von P_5 und Beobachtung des Rücklaufs gut zu sehen. Diese Methode erlaubt bereits Rückschlüsse auf das Verhalten des Bildkippteiles.

Damit die starken Stromschwankungen der Bildkipp-Endröhre nicht als Brummen in die übrige Stromversorgung kommen, ist eine besondere Anodenspannungssiebung für diese Stufe erforderlich, die mit R_{96}/C_9 gebildet wird. Der Katodenkondensator von Rö 16_{II}, C_{12} darf im Interesse einer ein-

wandfreien Bildlinearität nicht kleiner als angegeben dimensioniert werden. Der Erzielung einer einwandfreien Linearität dient auch die dritte Wicklung 1-2-3 von Tr_5, die in Form einer Gegenkopplung einen Teil der Ausgangsspannung auf den Eingang der Rö 16_{II} zurückführt. Die Linearität wird dabei durch die Abgleichpotentiometer P_7 (Linearität obere Bildhälfte) und P_{10} (Linearität untere Bildhälfte) eingestellt. Diese nach Testbild vorzunehmende Einstellung wird später erläutert und erstrebt einen tatsächlich auf seiner ganzen Länge konstanten Sägezahnanstieg. P_{10} kann dabei als Kleinstpotentiometer direkt in die Verdrahtung eingelötet werden, da nach einmaliger Einstellung hieran nur äußerst selten ein Nachgleich erforderlich wird. Daher kann P_{10} ohne weiteres auch mit R_{93} zu einem Festwiderstand 200 kOhm, 0,5 Watt zusammengefaßt werden, dessen genauer Wert bei der Ersteinstellung bedarfsweise noch ausprobiert werden kann. Mit P_8 wird die Anodenspannung des Sperrschwingers und damit die Bildsägezahnamplitude (Bildhöhe) geändert. P_7 und P_8 werden zweckmäßig an der Chassisrückseite von außen zugänglich angeordnet, da sich hier – besonders bei Netzspannungsschwankungen – ab und zu ein Nachgleich erforderlich machen kann. Die Bildkippspannung wird über Anschluß 4 der Ablenkeinheit auf die Ablenkspulen gegeben. R_{97} und R_{98} sind Bedämpfungswiderstände. Hier sei bereits erwähnt, daß beide später zu erwähnenden Ausführungen der Ablenkeinheit (nieder- und hochohmig) sich nur in der Zeilenablenkung unterscheiden. Die Bildablenkspulen sind bei beiden Ausführungen niederohmig und identisch, so daß bei Austausch der Ablenkeinheit im Bildkippteil – bis auf Nachregelung von P_7, P_8 und P_{10} – keine Änderung erforderlich ist.

2.8 Die Horizontalablenkung

Einleitend sei bemerkt, daß für den Zeilenablenkteil zwei verschiedene Ausführungen in Betracht kommen, die sich vorwiegend im Zeilentrafo Tr_3 und der Ablenkeinheit unterscheiden. Die im Mustergerät verwendete Ausführung mit Tr_3 Ausf. I hat den Vorzug der einfacheren Schaltung.

Die Ablenkeinheit ist in diesem Falle hochohmig und organisch als Bestandteil des Zeilentrafos Tr_3 aufzufassen. Sie erfordert für einwandfreies Arbeiten eine gute Isolation des Ablenksystems. Wegen der auftretenden hohen Spannungen ist auch die Gefahr des „Sprühens", d. h. der Korona-Erscheinungen und Energieverluste sehr groß. Es kann u. U. erforderlich werden, zwischen Ablenkspulen und Bildröhrenhals etwas Glimmer oder Hochspannungsfolie einzulegen.

Die in neueren Geräten verwendete Ausführung mit niederohmigem Ablenksystem und Zeilentrafo (Tr_3 Ausf. II) ist in jedem Falle erforderlich, wenn das Gerät mit großer Bildröhre (B 43 M 1) bestückt werden soll. Da die Ablenkeinheit ebensogut für die kleine Bildröhre geeignet ist und an die sorgfältige Isolation nicht so große Ansprüche stellt, erscheint sie insgesamt günstiger. Sie liefert gleichzeitig eine etwas höhere, für die größere Bildröhre ausreichende Anodenspannung (etwa 14 kV); ein Wert, der gleichzeitig die obere Grenze für die kleine Bildröhre B 30 M 1 überschreitet. Das ist günstig, weil damit auch bei später etwas gealtertem Hochspannungsgleichrichter (Rö 20) noch genügend Spannungsreserven verbleiben (vgl. S. 37). Die hochohmige Ausführung I liefert dagegen etwa 10 kV Hochspannung, die für den Betrieb der großen Bildröhre nicht ausreicht. Selbst wenn also das Gerät zunächst mit der 30-cm-Bildröhre aufgebaut wird, sollte im Hinblick auf die Verwendung einer 43-cm-Röhre von vornherein die niederohmige Ausführung vorgesehen werden. Wenn trotzdem zunächst die hochohmige Ausführung (vgl. Gesamtschaltbild) beschrieben wird, so geschieht das im Hinblick darauf, daß der hochohmige Zeilentrafo hier und da sehr preisgünstig zu bekommen ist und die Schaltung mit diesem für den weniger Erfahrenen leichter zu beherrschen ist.

Die Zeilenfrequenz (15 625 Hz) wird durch einen Multivibrator Rö 17 erzeugt, der in Katodenkopplung arbeitet. Seine Frequenz wird durch C_{100}, R_{108} und P_6 bestimmt. Der katodengekoppelte Multivibrator hat den Vorteil, daß ein freies Steuergitter (linkes System Rö 17) und eine freie Anode (rechtes System Rö 17) für die Einkopplung des

Synchronsignales und die Auskopplung der Zeilenfrequenz zur Verfügung stehen. Zweckmäßig erfolgt dabei die Synchronisierung mit einer dem freien Gitter zugeführten Gleichspannung, die aus einer Phasenvergleichsschaltung abgeleitet wird. Da diese Phasenvergleichsschaltung (Rö 14) für beide Ausführungen des Ablenkteils gleich ist, wurde sie außerhalb des in der Gesamtschaltung umgrenzten Zeilenablenk-Komplexes gezeichnet.

Aus den Diodenstrecken der Röhre Rö 14 und den Widerständen R_{99}/R_{100} wird eine Brückenschaltung gebildet, der an zwei zueinander symmetrisch liegenden Punkten das von Rö 13 gelieferte Synchronsignal über C_{96} und C_{97}, das zu diesem Zweck erdsymmetrisch sein muß, zugeführt wird. Eine vom Ausgang des Multivibrators abgenommene und zurückgeführte Sägezahnvergleichsspannung wird gleichzeitig in die Brücke eingekoppelt. Je nach Phasenlage beider Spannungen zueinander entsteht dabei am Verbindungspunkt der Widerstände $R_{99}/R_{100}/R_{101}$ eine pulsierende Gleichspannung, die bei einer bestimmten Phasenlage Null, anderenfalls je nach Richtung der Phasenabweichung positiv oder negativ ist. Sie wird über R_{101}, R_{102}, C_{98}, C_{99} geglättet und dem Multivibrator zugeführt. Damit ist ein Ausreißen einzelner Zeilen durch Störimpulse und ein Versetzen der Zeilenanfänge wirksam unterbunden, jedoch kann es bei falscher Bemessung der Zeitkonstanten (z. B. infolge fehlerhafter Einzelteile) von $C_{96 \ldots 99}$, C_{103} und $R_{99 \ldots 102}$, $R_{110 \ldots 111}$ zum Ausreißen ganzer Bildteile kommen. Das ist bei einer Fehlersuche zu beachten.

Die vom Ausgang des Multivibrators abgegriffene Schwingung wird mit C_{102}, R_{109} zu einem Sägezahn umgeformt und über C_{101} dem Gitter der Zeilenendröhre zugeführt. Gleichzeitig wird hier die Vergleichsspannung für Rö 14 abgegriffen.

Für Rö 14 gilt das für Rö 6 und Rö 10 bereits hinsichtlich der Röhrenbestückung Gesagte. Bei Verwendung von Germanium-Dioden ist hier auf genaue Wertgleichheit zu achten, weshalb geeignete Dioden vom Hersteller als Paar (VEB WBN: OAA 646) geliefert werden. Da die Diodenfrage hier etwas kritisch ist, bietet eine Röhre (zweckmäßig

EAA 91) gewisse Vorteile hinsichtlich der Betriebssicherheit und Vermeidung von Komplikationen.

Die Zeilenendstufe Rö 18 (EL 81) unterscheidet sich in ihrer Funktion grundlegend von der Bildablenkstufe. Die Funktion der Röhre ist hier eher mit einem elektronisch gesteuerten Schalter vergleichbar, der durch den vom Multivibrator kommenden Sägezahnimpuls auf- und zugesteuert wird. Dem Prinzip nach ist diese Schaltung allgemein bekannt, ihre theoretische Behandlung geht jedoch über den Rahmen dieser Bauanleitung hinaus. Hier nur soviel, daß in der Schaltung des hochohmigen Ablenkteils der für den Zeilenhinlauf maßgebende lineare Stromanstieg durch die Ablenkspule vom L/R-Verhältnis ihres Stromkreises bestimmt wird. Beim Rücklauf bilden sich aus dem L der Ablenkspulen einerseits und dem des Zeilentrafos andererseits zusammen mit den durch Verdrahtung und Streukapazitäten gebildeten C zwei Schwingkreise aus, die etwa einem Bandfilter vergleichbar und über C_{104} gekoppelt sind. Die von den Spulen in diesem Moment abgegebene Energie wird über die Boosterdiode Rö 19 gleichgerichtet und im Boosterkondensator C_{106} gespeichert. Gleichzeitig entsteht durch die Autotransformation im Zeilentrafo die Bildröhren-Hochspannung, die über die im Zeilentrafo eingebaute Hochspannungsdiode Rö 20 gleichgerichtet und der Bildröhre zugeführt wird. Dabei beeinflußt die Größe von C_{104} den Wert der Hochspannung. Da dieser Kondensator sehr spannungsfest sein muß (vgl. Einzelteilliste im Anhang), ist ein Abgleich schwierig. Eventuell kann der Kondensator zunächst fortgelassen werden. Nur wenn die Hochspannung nicht ausreicht (mangelnde Helligkeit), ist er nachträglich noch vorzusehen. Die Boosterspannung an C_{106} tritt mit + an Klemme 3 der Ablenkeinheit auf, liegt damit also in Reihe mit der Anodenspannung und addiert sich zu dieser. Der Boosterkondensator liefert während des Zeilenhinlaufs die Anodenspannung für Rö 18 über die Ablenkeinheit und – über R_{118} mit Siebkondensator C_{107} – die Schirmgitterspannung für die Bildröhre, die dann etwa 400 bis 420 Volt (mit Röhrenvoltmesser gemessen) beträgt. Mit P_9 wird die Zeilenamplitude (Bildbreite) eingeregelt. Für die Zeilenlinearität am Zeilenanfang oder -ende ist der Innenwider-

stand von Rö 18 bzw. Rö 19 maßgebend, eine Linearitätsregelung entfällt daher. Während des Rücklaufs kann es zu Partialschwingungen einzelner Schaltungsteile kommen, die zu Beginn der neuen Zeile noch nicht abgeklungen sind und sich als mehr oder weniger breite, senkrechte schwarze Streifen an der linken Bildkante bemerkbar machen. Mit dem zur Ablenkeinheit gehörigen Trimmer C_{95} kann diese Erscheinung kompensiert werden.

Wie bereits erwähnt, erscheint eine niederohmige Ablenkschaltung vorteilhafter. Da sich dabei außer der Endstufe selbst auch einige weitere Dimensionierungen ändern, ist die Schaltung des hierfür in Frage kommenden Zeilenablenkteils in Bild 5 gesondert angegeben. Der in Bild 5 gezeichnete Komplex tritt damit an die Stelle des in der Gesamtschaltung gestrichelt abgegrenzten Schaltungsteiles. Die dort mit X markierten Leitungen 1 bis 7 entsprechen denen in Bild 5, deren Schaltung nun besprochen wird. Vorausgeschickt sei, daß die Schaltung der Ablenkeinheit selbst in beiden Ausführungen gleich ist, beide Ablenkeinheiten unterscheiden sich lediglich in ihren elektrischen Werten der Zeilenablenkspulen. Auch C_{95} in der Ablenkeinheit hat bei beiden Ausführungen die gleiche Funktion. In Bild 5 ist das zeilenfrequenzbestimmende Glied wiederum ein katodengekoppelter Multivibrator (Rö 17), bei dem lediglich einige Werte geändert sind. Das zeigt ein Vergleich mit der Gesamtschaltung und der Stückliste. Zusätzlich hat der Multivibrator zur weiteren Erhöhung seiner Frequenzkonstanz und Störimpulssicherheit noch einen sogenannten Schwungradkreis, d. h. einen auf die Zeilenfrequenz abgeglichenen Schwingkreis in der linken Anodenzuleitung von Rö 17 erhalten. Dessen Abgleich wird später behandelt. Der vom Multivibrator in Bild 5 abgegebene und mit C_{110}/R_{109} zum Sägezahn umgeformte Impuls gelangt auf das Gitter der Zeilenendstufe Rö 18, an dem – wie in der zuerst behandelten Schaltung – ebenfalls ein Meßpunkt M_8 über R_{114} abzweigt. Um später die Schaltkapazitäten bei der Messung nicht zu verändern, sollte R_{114} von vornherein vorgesehen und sein freies Ende so kurz wie möglich auf eine gut erreichbare, freie Lötöse gelegt werden. Steht kein

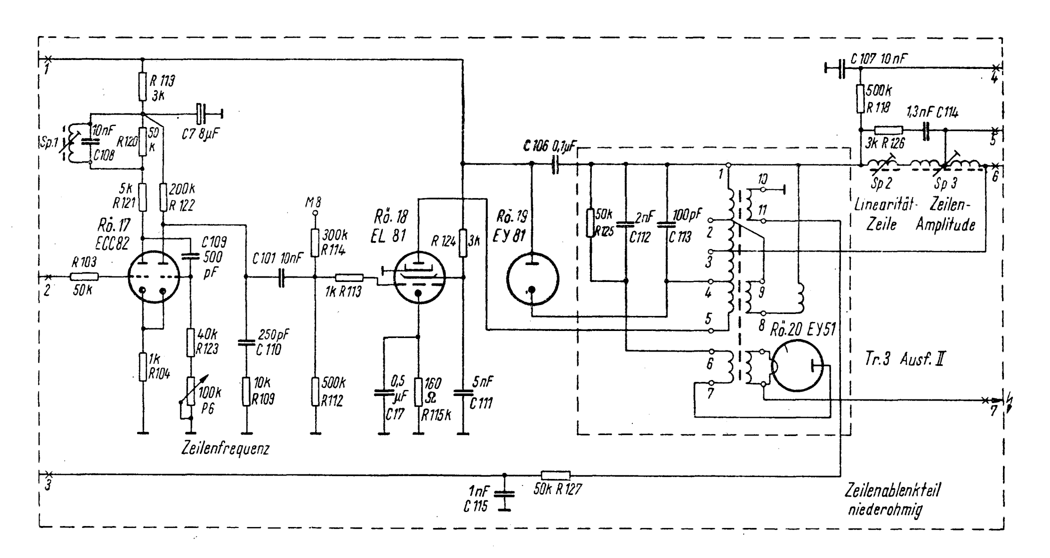


Bild 5 Schaltung für Zeilenablenkteil mit niederohmiger Ablenkeinheit

Oszillograf zur Verfügung, dann kann dieser Punkt, der nur für oszillografische Messungen benötigt wird, ganz entfallen. Die Funktion des Zeilentrafos in Bild 5 (Tr_3 Ausf. II) und der Zeilenendstufe ähneln der bereits beschriebenen hochohmigen Schaltung. Die Ablenkspulen stellen in ihren funktionellen Zusammenhängen jetzt jedoch keinen direkten Bestandteil des Zeilentrafos mehr dar, sondern sind an Tr_3 transformatorisch angepaßt. Es treten daher an diesen Ablenkspulen keine übermäßig hohen Spannungen mehr auf. C_{106} ist wieder der Boosterkondensator, über R_{118}/C_{107} wird von ihm die Schirmgitterspannung für die Bildröhre abgeleitet. Zu beachten ist hier die gegenüber Ausführung I ein wenig veränderte Dimensionierung der Schirmgitterkombination von Rö 18, deren Werte kritisch sind und beibehalten werden sollen. Der Hochspannungskondensator C_{104} an der Anode Rö 18 (Gesamtschaltbild) entfällt in Bild 5. Die innerhalb von Tr_3 (Bild 5) gezeichneten C_{112}, C_{113} und R_{125} sowie Rö 20 sind in Tr_3 eingebaut und führen Hochspannung gegen Masse. Das ist bei Arbeiten am laufenden Gerät zu beachten. R_{125} und C_{112} sollen bei Kurzschluß der Hochspannung ein zu starkes Anwachsen der Stromstärke verhindern. Zu diesem im Anhang ebenfalls aufgeführten Zeilentrafo Tr_3 werden zwei Spezial-Abgleichspulen für die Amplituden- und Linearitätsregelung hergestellt, die im Zusammenhang mit Tr_3 Ausf. II durch keine anderen Bauteile ersetzbar sind. Selbstherstellung ist wegen ihrer speziellen Konstruktion nicht möglich. Sp_2 enthält einen kleinen Permanent-Magnetkern, durch dessen Einstellung die Spule mehr oder weniger im Sättigungsgebiet arbeitet; dadurch wird die gewünschte nichtlineare Arbeitskennlinie erreicht, mit der die Nichtlinearität des Ablenkstromes gegenläufig korrigierbar ist. In Reihe damit liegt die erste Wicklung von Sp_3, während deren zweite Wicklung parallel zu der bei Leitung 5 und 6 angeschlossenen Ablenkeinheit liegt. Beim Verstellen des Kernes dieser Spule gleitet der Kern von der einen in die andere Wicklungshälfte hinüber. Dabei wird die Induktivität der einen Spule verringert, die der anderen im gleichen Maße erhöht. Die Gesamtinduktivität bleibt erhalten, während sich das

Spannungsteiler-Verhältnis zwischen beiden Teilspulen und damit die Zeilenamplitude ändert.

An dieser Stelle einige Hinweise zur Einzelteilfrage. Wie erwähnt, muß jeweils zur hoch- oder niederohmigen Ablenkeinheit der zugehörige Zeilentrafo Tr_3 benutzt werden, wobei die Ausführung Tr_3 Ausf. II trotz des nur geringen höheren Aufwandes bessere Ergebnisse liefert und im Hinblick auf Verwendung einer großen Bildröhre ohnehin erforderlich ist. Zur Kombination Tr_3 Ausf. II gehören in jedem Falle Sp_2 und Sp_3. Selbstbau scheidet hier aus. Dagegen kann der Schwungradkreis Sp_1 selbst hergestellt werden – eine Wickelangabe ist im Anhang zu finden –, wobei jedoch wieder zu überlegen ist, ob nicht in Anbetracht des geringen Preises der Originalspule (die sich in jedem Falle mühelos und ohne viel Zeitverlust abgleichen läßt) der Vorzug gegeben wird. Eine Selbstherstellung von Ablenkeinheit und Zeilentrafo scheidet in jedem Falle aus, nicht nur bei Tr_3 Ausf. II, sondern auch beim hochohmigen Ablenkteil nach dem Gesamtschaltbild. Ein Selbstbau von Tr_3 wäre auf den ersten Blick hin denkbar, aber abgesehen von den durch die Hochspannung bedingten Isolationsproblemen und der ohnehin kritischen Frage der Sprühverluste ist zu beachten, daß die Wicklungen eine ganz bestimmte, sehr geringe und engtolerierte Eigenkapazität haben müssen, was sich aus der Funktion von Tr_3 ergibt. Die Originaltrafos weisen daher – nicht nur aus Gründen der Isolierung – eine wohlüberlegte gestaffelte, scheibenartige Kreuzwicklung auf. Es sind auch bestimmte Ferrit-Kernmaterialien erforderlich, von denen die Wicklungsdaten abhängen, so daß eine Bauanleitung schwer zu geben und noch schwerer einzuhalten wäre.

Abschließend sei noch kurz zusammengefaßt, wieweit sich bei der Verwendung einer 43-cm-Bildröhre B 43 M 1 Änderungen in der dem Mustergerät zugrunde liegenden Schaltung ergeben. Zum Teil wurde dies bereits erwähnt. Die Änderungen sind vorwiegend mechanischer Natur, hierauf wird noch gesondert eingegangen (Bildröhrenbefestigung und Chassisform). Die elektrischen Änderungen sind sehr gering und betreffen praktisch nur den Ablenkteil. Während

die Vertikalablenkung so ausgelegt ist, daß sie auch eine große Röhre ohne Schwierigkeit versorgen kann, bringt die hochohmige Ablenkeinheit des Mustergerätes nur etwa 10 kV Hochspannung auf, während die B 43 M 1 unbedingt 14 kV benötigt. Das erfordert die Verwendung der niederohmigen Ablenkeinheit mit Tr_3 Ausf. II. Diese niederohmige Ausführung eignet sich jedoch für beide Bildröhren, wobei die abgegebenen 14 kV für die BM 30 M 1 zu hoch sind, so daß Maßnahmen zu ihrer Verringerung erforderlich werden. Das kann durch Vergrößerung des Schirmgitterwiderstandes von Rö 18 (R_{124} in Bild 5) sehr einfach erfolgen. Bei späterer Alterung der Rö 20 sind dann noch genügend Spannungsreserven vorhanden, so daß diese Röhre eine bedeutend längere Betriebszeit hat. Der angegebene Wert von 3 kOhm darf dann jedoch nicht wesentlich unterschritten werden. An der übrigen Gesamtschaltung ändert sich nichts, gleich welche Ablenkeinheit und Zeilenablenkschaltung benutzt wird. Jedoch muß bei Verwendung der niederohmigen Ablenkeinheit für die B 30 M 1, falls keine einwandfreie Fokussierung erreichbar ist, in deren Fokussierung ggf. ein kleiner magnetischer Kurzschlußring eingefügt werden. Beide Ablenkeinheiten sind magnetisch fokussiert.

2.9 Die Stromversorgung

Der Netzteil des Gerätes enthält zwei Netztrafos, da die erforderliche Leistung mit einem Trafo normalen Ausmaßes nicht aufzubringen ist. Die Trafos sollen nicht zu knapp ausgelegt sein, weil ihr magnetisches Streufeld sonst u. U. Sorge bereiten kann. Wickelvorschriften für die Netztrafos sind im Anhang zu finden. Die Anodenstrom- und Heizstromversorgung des Gerätes wurde einigermaßen gleichmäßig auf beide Trafos aufgeteilt. Die Bildröhre hat ihre eigene Heizwicklung IV auf Trafo Tr_1, die mit auf Anodenpotential liegt. Die Heizwicklungen V (Tr_1) und IV (Tr_2) sind in Reihe geschaltet, wodurch eine Wechselspannung von 12,6 V erreicht wird, die in der bereits geschilderten Weise über die Germanium-Diode Gl_1 (bzw. anderen Kleingleichrichter) gleichgerichtet und für die Kontrastregelung verwendet wird. Dies geschah im Mustergerät

aus Gründen der Einfachheit, weil zwei gerade passend vorhandene Trafos benutzt wurden, die aber keine 12-V-Wicklungen besaßen. Werden die Netztrafos selbst gewickelt, ist es günstiger, über Wicklung V auf Tr_1 nochmals die gleiche Anzahl Windungen aufzubringen und mit V in Reihe zu schalten. Da diese Wicklung nur wenige mA aufzubringen hat, kann ihr Drahtquerschnitt so gering gewählt werden, wie es die praktischen Gegebenheiten zulassen. In der im Anhang gegebenen Wickelvorschrift wurde dies bereits berücksichtigt, denn der im Mustergerät beschrittene Weg zur Erzeugung der 12,6 V stellt, obwohl er sich nicht nachteilig bemerkbar macht, einen Schönheitsfehler dar. Wicklung IV auf Trafo Tr_2 wird dann ebenfalls einpolig auf Masse gelegt. Bereits hier soll erwähnt werden, daß alle Heizleitungen zweiadrig verdrillt verlegt werden. Die Heizungsanschlüsse der Röhren Rö 3 bis 5, 7 bis 9 und 17 werden mit kleinen Sikatrop- oder Epsilankondensatoren in dämpfungsarmer Ausführung (Aufdruck „d" oder rote Beschriftung) von etwa 1 bis 5 nF (160 V) direkt am Sockel gegen Masse abgeblockt, wobei nicht der zentrale Massepunkt der jeweiligen Stufe benutzt werden soll. Die Röhren Rö 6 und Rö 10 sollen ihre Heizspannung über kleine, direkt am Sockel anzulötende Durchführungskondensatoren (500 bis 1000 pF 160 V) bekommen. Stehen keine Durchführungskondensatoren zur Verfügung, so sind die Heizungen, wie oben genannt, abzublocken und zusätzlich die herangeführten Heizleitungen vor dem Sockel abzudrosseln. Hierzu wird steifer, nicht zu starker Schaltdraht mit etwa 20 Windungen über eine 6-mm-Achse gewickelt, abgezogen und die so erhaltene Drossel freitragend direkt am Sockel angelötet. Gut geeignet ist lackisolierter Trafodraht (etwa 0,6 mm Dmr.), der zuletzt mit einigen Tropfen Lack überstrichen werden kann, um den Drosseln Halt zu geben. Eine besondere Verdrosselung oder Abblockung der übrigen Heizungen ist nicht erforderlich.

Die für die Heizungsabblockung erforderlichen Kondensatoren sind in der Stückliste nicht aufgeführt und auch in der Schaltung nicht eingezeichnet, sie sind daher zusätzlich zu dem im Anhang aufgeführten Material zu besorgen. Da mit

ihnen die Verdrahtung begonnen wird, können hier keine Schwierigkeiten auftreten.

Für die Gleichrichtung der Anodenspannungen wurden im Mustergerät die AZ 12 (Rö 22) und die 5 Z 4 c (Rö 21) benutzt. In der Wickelvorschrift für Tr_1 und Tr_2 wurde die Verwendung zweier moderner EZ 81 berücksichtigt. Die auf die Röhren folgenden Siebketten weisen keine Besonderheit auf. Die Drosseln sollen wiederum nicht zu schwach ausgelegt sein (Streufeld). Hinter Dr_1 und Dr_2 teilt sich die Stromversorgung jeweils auf in die von Tr_1 versorgten Gruppen B (Video-Endstufe, Zeilenkippteil) und C (NF-Tonteil) sowie die von Tr_2 versorgten Gruppen D (Bildkippteil, Impulssieb) und E (HF-Teil, ZF-Bild und ZF-Ton). Da das Gerät für wahlweisen UKW-Rundfunkempfang mitbestimmt ist, können mit den an P_2 (Helligkeitsregler) untergebrachten Schaltern S_1 und S_2 die Ablenkteile und die Video-Endstufe anodenspannungsmäßig abgeschaltet werden, so daß bis auf Rö 4 und 5 alle nichtbenutzten Organe stillgelegt sind. Damit wird die Wärmeentwicklung im Gerät auf ein Minimum reduziert und eine beträchtliche Stromersparnis erzielt. Die Dimensionierung der Siebelkos C_1 bis C_6 im Netzteil stellt das Minimum dar. Diese Elkos sollten nach Möglichkeit sämtlich mit 50 µF, die Elkos C_3 und C_5 sogar mit 100 µF (zweimal 50 µF parallel) bemessen werden. Brummstörungen können sich im Bild sehr lästig bemerkbar machen. Mit den jetzt erhältlichen Kleinelkos ist das auch platzmäßig durchzuführen.

Für Dr_1 und Dr_2 werden im Anhang ebenfalls Wickelvorschriften gegeben. Die Kondensatoren C_{117} und C_{118} sollen eine Abstrahlung von Störungen (Oberwellen der Zeilenfrequenz) ins Netz verhindern. S_3 ist mit P_3 (Lautstärkeregler) kombiniert.

3. DER AUFBAU

Für den mechanischen Teil des Gerätes werden hier bewußt keine bis ins einzelne detaillierten Werkzeichnungen gegeben, um den nachbauenden Amateur nicht von vornherein

auf einen bestimmten Lösungsweg festzulegen. Je nach vorhandenem oder greifbarem Material wird z. B. ein Amateur an Stelle der hier vorgeschriebenen Bandfilter eine andere Ausführung, ein zweiter selbstgewickelte Trafos oder abweichende Röhrenbestückung (für die aus diesem Grunde mehrere Lösungen angegeben wurden) verwenden oder ein dritter die Chassisform nach seinen speziellen Gehäusewünschen abändern. Daher wird der Aufbau des Mustergerätes als Beispiel behandelt, und alle für eigene Abwandlungen wichtigen Gesichtspunkte sind daraus abzuleiten.

Das Mustergerät wurde auf einem Original-RAFENA-Chassis des „Rembrandt FE 852 B" aufgebaut. Da diese Chassis jedoch im Handel schwer erhältlich sind, wird im allgemeinen der auch technisch zweckmäßigere Selbstbau in Frage kommen.

3.1 Montagehinweise

Bild 6 (siehe Faltblatt) zeigt als Vorlage für den Selbstbau den Aufriß des Chassis mit den wichtigsten Maßen und den für die gegebene Schaltung erforderlichen Bohrungen. Die ungefähre Anordnung der Einzelteile wurde dabei entsprechend dem Industriegerät gewählt, da sich so die elektrisch und mechanisch günstigste Lösung ergibt, sie sollte daher nicht wesentlich abgeändert werden. Zu beachten ist bei Bild 6, daß die Ausschnitte für die Röhrensockel entsprechend der Bestückung des Mustergerätes angegeben wurden und bei Verwendung der vorgeschlagenen Austauschröhren entsprechend geändert werden müssen oder (Rö 6, 10, 14) ganz entfallen. Für einige Großteile (Zeilentrafo, Tuner) können die notwendigen Befestigungslaschen entweder bei Herstellung der Ausschnitte ausgespart oder später in Gestalt gesonderter Laschen nachgesetzt werden. Die hierfür erforderliche Präzision in der Lage der Befestigungsbohrlöcher bedingt ohnehin ein Abnehmen der Maße direkt von den Bauteilen bzw. Anreißen nach diesen, so daß auf die Angabe dieser Befestigungspunkte bewußt verzichtet wurde. Es dürfte ohnehin selbstverständlich sein, daß mit dem Bau des Gerätes erst begonnen wird, wenn

das gesamte Material und sämtliche Teile vorhanden sind. Bild 8 zeigt die Aufsicht auf das Chassis bei entfernter Bildröhre und kann direkt mit Bild 6 verglichen werden. Die Lage aller für den Aufbau wesentlichen Einzelteile ist daraus bereits klar ersichtlich. Bild 7 (siehe Faltblatt) und Bild 9 zeigen die Unteransicht des Chassis, wobei Bild 7 zur Orientierung innerhalb der Verdrahtungsansicht Bild 9 dienen kann. Hier ist bereits zu erkennen, daß die sich aus der Anordnung der Einzelteile ergebende, sehr kurze Verdrahtung es erlaubt, ohne zusätzliche Abschirmwände innerhalb des Chassis auszukommen. Der Ausschnitt für die in das Chassis „eintauchende" Bildröhre weicht bei dem Industriechassis von den Maßen der B 30 M 1 ab, weshalb sich eine Verkleinerung des Ausschnittes durch eine aufgelegte Holzunterlage geeigneter Form (in Bild 8 deutlich sichtbar) erforderlich machte. Die Halterung der Bildröhre wird später noch beschrieben. Bei Verwendung der B 43 M 1 sind die Ausschnittmaße natürlich nicht brauchbar. Das Chassis muß dann entweder verbreitert werden, oder die Bildröhre wird getrennt vom Chassis direkt im Gehäuse befestigt. Wird sie dann etwas höher gesetzt, so kann das Chassis – falls erforderlich – sogar noch unter die Breite des Mustergerätechassis verringert werden, da der in Bild 8 für Ablenkeinheit und Bildröhre benötigte Platz entfällt. Auf eine weitere Abweichung der Bilder von Schaltung und Chassiszeichnungen sei hier hingewiesen: Unterhalb Rö 3 in Bild 8 (sowie in allen anderen Bildern dieses Geräteteils) ist rechts neben dem Tuner noch ein weiteres Bandfilter erkennbar, das in Bild 6 und bei der Schaltung fehlt. Dieses Bandfilter ist im Mustergerät stillgelegt und noch nicht entfernt worden. Daher wird es auch in der vorliegenden Beschreibung nicht erwähnt.

Als Material für das Chassis wird wegen der erforderlichen mechanischen Festigkeit verzinktes Eisenblech (1,5 bis 2 mm dick) gewählt. Für den Zeilentrafo Tr_3 ist zur Verhinderung von Störabstrahlungen eine Abschirmhaube notwendig, die entweder gleich in der passenden Größe mitbezogen wird oder auch selbstgefertigt werden kann, wobei sich die Abmessungen nach Chassisaufbau und Zeilentrafo richten. Meist ist die auch in Bild 6 angedeutete Abschrägung der

einen Ecke (Platzbedarf der Bildröhre) erforderlich. Rö 18 und Rö 19 werden mit in den Abschirmkäfig einbezogen. Das Hochspannungskabel zur Bildröhre wird durch eine nicht zu kleine (Kabelstecker) Öffnung im Dach des Käfigs

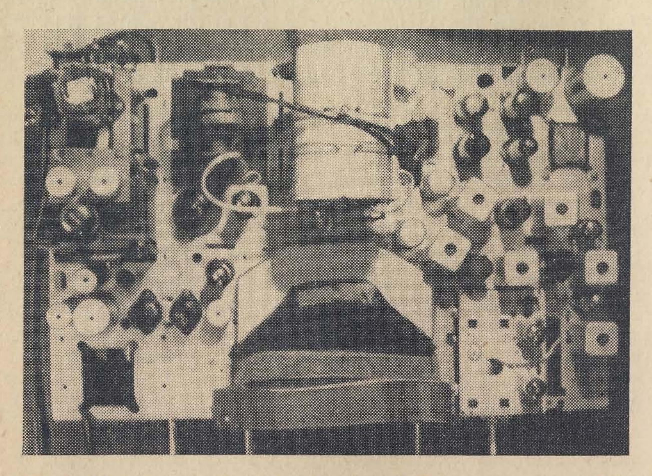


Bild 8 Aufsicht auf das Chassis ohne Bildröhre. Lage der Teile vgl. mit Bild 6

herausgeführt, das zur Ablenkeinheit führende Kabel durch einen seitlichen Schlitz. Wegen der starken Erwärmung von Rö 18 und 19 sind Deckel und Seitenwände des Käfigs reichlich mit Lüftungsbohrungen zu versehen. In den Bildern ist diese Haube entfernt. Es ist streng zu beachten, daß alle Teile des Zeilentrafos von der Käfigwand wenigstens 25 mm Abstand haben, um ein Überschlagen der Hochspannung zu vermeiden. Auch scharfe Ecken und Kanten, die Sprüherscheinungen (Korona-Entladung) begünstigen, sind im Innern des Schirmkäfigs zu vermeiden. Zu beachten ist die Lage von Rö 18 und 19. Während die angegebene Lage in den Bildern der Ausführung Tr_3 Ausf. I entspricht, ist es bei Verwendung von Tr_3 Ausf. II (niederohmige Zeilenablenkung) angebracht, Tr_3 etwas nach vorn zu setzen und Rö 18 und 19

zwischen Chassishinterkante und Tr_3 einzubauen. Diese Lösung ist auch verdrahtungsmäßig noch günstiger, hängt jedoch nur von der Bildröhrenanordnung im Gehäuse ab. Die Netzgleichrichter Rö 21 und 22 wurden mit ihren Ladeelkos C_1 und C_2 auf einer kleinen Montageplatte über den Netztrafos Tr_1 und Tr_2 montiert, um ein günstiges Verdrahten zu erreichen. Es ist auch möglich, diese Organe z. B. in der im Mustergerät links vorn (Bild 8) noch freien Ecke unterzubringen, dann muß aber darauf geachtet werden, daß innerhalb der Verdrahtung kein Brummen in die direkt danebenliegende NF-Verdrahtung eingestreut wird.

Der Zeilentrafo Tr_3 ist auf einer Pertinaxplatte montiert, die in den entsprechenden Ausschnitt des Chassis eingesetzt (nicht aufgesetzt) wird. Nach unten ist Tr_3 also störstrahlungsmäßig „offen". Da sich in Nähe der Bodenplatte keine Verdrahtung befindet (Bild 9), stört das nicht. Das gesamte Chassis muß jedoch im Gebrauch nach unten abgeschirmt sein, am einfachsten und sichersten durch Auskleiden des gesamten Gehäuses mit Metallfolie, die mit Masse ver-

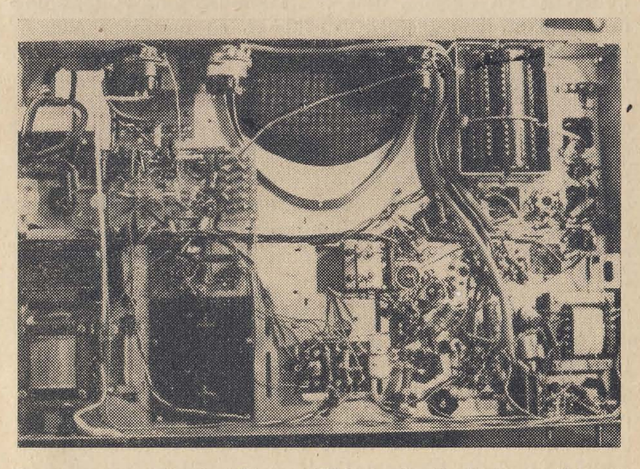


Bild 9 Unteransicht des Chassis, Blick in die Verdrahtung. Vgl. mit Bild 7

bunden wird. Rückwand nicht vergessen, andernfalls ist ein Abstrahlen der Zeilenkipp-Oberwellen und Rundfunkstörung der Nachbarschaft unvermeidlich. Es sei hier an die gesetzlichen Bestimmungen über Störstrahlungssicherheit von Empfängern erinnert.

Bemerkenswert ist die Montage des Tuners. Der im Mustergerät-Chassis dazu vorhandene Ausschnitt war für einen veralteten Tuner bestimmt. Im Interesse gleicher Achsabstände (das Gehäuse war gegeben) mußte er erweitert werden, wie aus den Bildern zu erkennen ist. Die Abschirmkappe, die die Tunertrommel nach unten abschließt, ist in allen Bildern abgenommen. In Bild 6 sind die Maße für den hier vorgeschriebenen Tuner bereits berücksichtigt (ohne Befestigungspunkte). Dabei ist zu beachten, daß der Tuner nach diesen Maßen auf gleiche Achshöhe mit den übrigen Reglern kommt, aber nach unten etwa 25 mm über Chassisunterkante hinausragt (vgl. Bild 15). Beim Mustergerät wurde hierfür das Gehäuse im Boden etwas ausgearbeitet. Natürlich kann auch der Tuner auf kleinen Winkeln etwas höher gesetzt werden, falls das Gehäuse eine Aussparung nicht zuläßt. Um gleiche Achshöhen zu erhalten, müssen dann auch die übrigen Regler etwas höher gesetzt werden. Als Anregung gelte der Vorschlag, das Chassis als Vertikalchassis senkrecht stehend zu montieren. Der Tuner kann dabei um 90° gegen den Uhrzeiger gedreht werden, und seine Achse ragt rechts aus dem Gehäuse heraus. Die übrigen Regler werden dann rechts und links direkt in die Gehäusewand eingesetzt, das Chassis erhält in der Mitte eine Aussparung, in die Bildröhrenhals und Ablenkeinheit eintauchen. Bildröhre und Ablenkeinheit werden direkt im Gehäuse befestigt.

Beim Mustergerät liegt die Bildröhre fest auf dem Chassis auf und wird von einem Leder-Spannband gehalten. Als Unterlage dient ein Filz. Dabei ist an der Kontaktstelle der Bildröhre (Masseanschluß) ein Stück starke, elastische Metallfolie (oder eine Messingfeder) anzubringen, die gegen die hierfür vorgesehene Stelle des Bildröhrenkolbens leicht andrückt und die Masseverbindung des Röhrenmantels herstellt. Das ist wichtig, da dieser Mantel zusammen mit der

ihm im Röhreninnern gegenüberliegenden Anodenschicht einen Kondensator von einigen 100 pF darstellt, der als Lade- und Siebkondensator für die Hochspannung fungiert. Man kommt deshalb ohne Siebung der Hochspannung im Tr_3 aus. Wegen der hohen Zeilenfrequenz reicht die Kapazität dieses Wandungs-Kondensators für den vorgesehenen Zweck aus. Der Massekontakt ist auf der Filzunterlage in Bild 8 deutlich sichtbar.

Diese Befestigung der Bildröhre genügt, da die Filzunterlage das Schwergewicht der Röhre aufnimmt. Der Röhrenhals, der keinesfalls mechanisch belastet werden darf, kann daher in der Ablenkeinheit frei schweben bzw. liegt allenfalls ganz leicht und ohne Druck an. Die Ablenkeinheit ist nach Bild 10 auf einem an dem Chassis aufgeschraubten Hartholzklotz befestigt. Da sie beim Einstellen der Bildlage sowohl längs des Röhrenhalses um ein Geringes verschoben als auch ggf. leicht um ihre Achse gedreht werden muß,

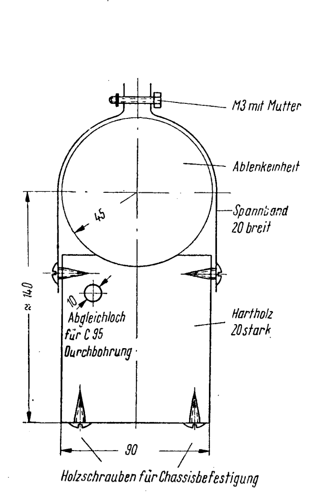
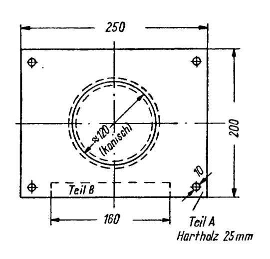


Bild 10 Haltestütze für die Ablenkeinheit



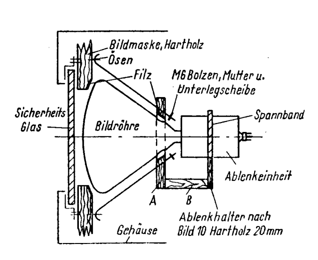


Bild 11 Halterung für die große Bildröhre B 43 M 1

wird sie mit einem Spannband befestigt, wie aus Bild 10 und 16 bis 18 hervorgeht. Beim Zusammenbau ist streng darauf zu achten, daß die Ablenkeinheit exakt und fest sitzt, so daß der Hals der Bildröhre tatsächlich nicht beansprucht wird.

Bei Verwendung einer großen Bildröhre B 43 M 1 kann grundsätzlich die gleiche Montageart verwendet werden, wenn das Chassis verbreitert und der Bildröhren-Auflage-Ausschnitt entsprechend dieser Röhre (rechteckige Kolbenform) geändert wird. Die Maße in Bild 10 (Stützenhöhe) ändern sich sinngemäß ebenfalls. Die Abmessungen beider Ablenkeinheiten (hoch- und niederohmig) sind äußerlich gleich. Ein für den Aufbau unwesentlicher Unterschied besteht lediglich in der Montage des Fokussiermagneten. Bei der hochohmigen Ausführung erfolgt dessen Schwenkung längs der Röhrenlängsachse mittels gefedertem Schwenkhebel. Darauf wird später noch näher eingegangen. Bei der niederohmigen Ausführung ist hierfür eine Art Schraubdeckel vorgesehen, der innen den Magneten trägt. Eine günstigere Montage für die große Bildröhre ergibt sich durch ihre Befestigung direkt im Gehäuse, also getrennt vom Chassis. Wie Bild 11 schematisch andeutet, wird die Bildröhre durch vier Schraubenbolzen, die in an der Bildröhrenblende befestigten Ösen eingehängt sind, gehalten. Ein Gegenbrett (Metall ist hier wegen der Verwindungsgefahr ungünstig und macht weiche Zwischenlagen zur Glaswandung erforderlich), durch dessen Ecklöcher die Haltebolzen greifen, hält die Bildröhre mit mäßigem Druck gegen die Bildröhrenblende gepreßt. Die Massekontaktfeder (in Bild 11 nicht gezeichnet) wird dann als kurzer Messingfederstreifen an die dem Bildschirm zugewendete Seite des Teiles A in Bild 11 geschraubt. Die Ablenkeinheit muß ebenfalls an diesem Teil A befestigt werden, was in der gezeigten Art über einen kurzen Holz-Abstandsklotz (Teil B) geschieht. Die Länge dieses Klotzes kann nicht vorher bestimmt werden, da sie stark von der Ausarbeitung des konischen Mittellochs von Teil A abhängig ist. Die

Ablenkspulenhalterung selbst entspricht Bild 10, wobei der Hartholz-Halter jetzt an Teil B (Bild 11) angeschraubt wird. – In Bild 11 ist gleichzeitig die Bildröhrenblende mit der davor angesetzten Sicherheits-Glasscheibe angedeutet. Das Ganze bildet dann eine Einheit, die in geeigneter Form hinter dem Sichtfenster des Gehäuses befestigt wird. Die Sicherheitsglasscheibe (Autoglas) ist als Splitterschutz bei eventueller Implosion der Bildröhre unbedingt erforderlich und vorgeschrieben. Zwischen ihr und der Bildröhrenvorderwand sollen wenigstens 3 cm Luftzwischenraum bestehen, um bei evtl. Implosion als Luftpolster zu wirken und das Nachströmen der Luft zu ermöglichen. Eine Schnittzeichnung der Bildröhrenmaske wird nicht gegeben, da das Ausschnittprofil leicht konisch der Röhre angepaßt werden muß. Eine

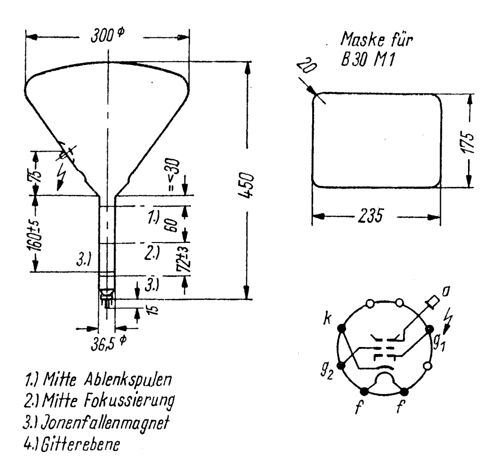


Bild 12 Abmessungen der B 30 M 1 und der zugehörigen Bildmaske

„Anprobe“ direkt an der Bildröhre (die dazu im Verpakkungskarton bleiben kann, wenn dieser etwas aufgeschnitten wird) läßt sich nicht vermeiden und empfiehlt sich auch für Teil A in Bild 11.

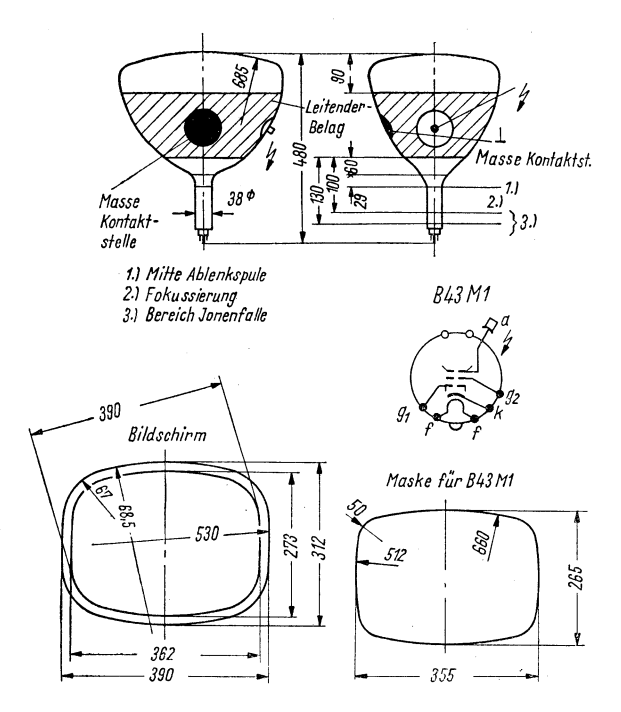


Bild 13 Abmessungen der B 43 M 1 und der zugehörigen Bildmaske

3.2 Umgang mit Bildröhren

Der Kolbenhals der Bildröhre darf mechanisch nicht belastet werden. Beim Transport darf sie keinesfalls am Hals getragen werden. Die eine Hand nimmt vielmehr das Gewicht der Röhre auf, indem diese senkrecht mit dem Bildschirm nach unten auf der Hand ruht. Die andere Hand faßt zum Abstützen leicht den Hals an der Übergangsstelle zum Kolben. Abgestellt wird die Röhre nur, wenn dies unumgänglich nötig und ein Zurücksetzen in die Packung nicht möglich ist, und dann nur auf weiche, saubere Filz- oder

Schwammgummiunterlagen. Kratzer in der Glashaut können die Druckfestigkeit des Kolbens um Größenordnungen verringern und sehr leicht zur Implosion führen. Die Wirkung der dabei fortgeschleuderten Glassplitter wird klar, wenn man sich vergegenwärtigt, daß auf der Fläche der Bildröhre ein Luftdruck von mehreren Tonnen (!) lastet. Die Außenluft ist ständig bestrebt, die Bildröhre mit dem Gewicht eines mittleren Lastkraftwagens zusammenzudrücken! Wenn auch einwandfreie Bildröhren das Mehrfache dieses Luftdruckes aushalten (jede Röhre wird vor Verlassen des Werkes geprüft), so ist doch beim Umgang mit ihnen äußerste Vorsicht (Augenschutzbrille, besser Kopfschutz) geboten! Das gilt auch, wenn die Röhre bei der Bildeinstellung etwas verdreht werden muß, sie darf dann nur am Schirmrand angefaßt werden.

Ein Hinweis: Wenn eine im Betrieb gewesene Röhre ausgewechselt werden soll, so ist zu beachten, daß bei abgezogenem Hochspannungskabel die Mantelkapazität der Röhre noch Hochspannung gespeichert hält, die bei versehentlicher Berührung des Anodenkontaktes der bereits herausgenommenen Röhre zwar nicht lebensgefährlich wird, aber durch den unvermeidlichen Schock doch zum Fallenlassen der Röhre führt. Daher muß nach Abnehmen des Hochspannungskabels (das dabei als spannungsführend zu behandeln ist) diese gespeicherte Spannung, die u. U. noch nach Stunden (!) nachweisbar ist, über einen Widerstand von einigen 10 kOhm gegen den Außenmantel entladen werden. Wegen der dielektrischen Verhältnisse der Röhre muß diese Entladung unbedingt wenigstens 1 Minute lang stattfinden, es genügt nicht, den Widerstand nur kurz anzulegen!

Beim Einkauf der Röhre ist ein ausführliches Datenblatt zu fordern (kann auch beim Hersteller direkt bestellt werden), das alle interessierenden Maße, Daten und ausführliche Behandlungshinweise gibt.

Einige weitere Bilder sollen abschließend noch den Aufbau des Mustergerätes verdeutlichen. Bild 14 zeigt die Aufsicht auf den Tuner und die ZF-Teile. Der für den Tuner erweiterte Ausschnitt und das bereits erwähnte, unbenutzte Band-

filter rechts neben dem Tuner sind sichtbar. Vom Tuner sind die Abschirmhauben der Röhren abgenommen, sie müssen bei Betrieb natürlich aufgesetzt sein. Links zwischen

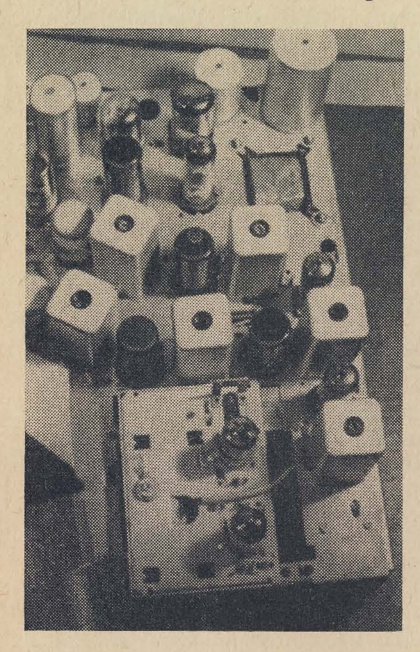


Bild 14 Aufblick auf Chassis, HF- und ZF-Teile

beiden Röhren des Tuners ist die Haltelasche für das im Tuner befindliche Bandfilter Bf_T (vgl. Gesamtschaltbild) sichtbar, von hier aus erfolgt der Abgleich dieser Spule. Aus der Öffnung kommt beim Mustergerät die zum Gitter der Rö 3 führende Leitung. Es kann u. U. günstiger sein, sie in der Originaldurchführung (rechte Tunerseite unter Chassis) zu belassen. Auch die im Tuner enthaltenen Trimmer und Meßpunkt M_1 sind von oben zugänglich. Der Antennenanschluß sitzt direkt hinter der hinteren Tunerröhre; das zu ihm führende Antennenkabel ist im Bild abgelötet und entfernt. Es ist darauf zu achten, daß das

Antennenkabel vom Tuner bis zur Chassishinterkante in einigem Abstand über Chassis und Aufbauten geführt wird. Meist ist es genügend steif, sonst hilft eine kleine Plexi-

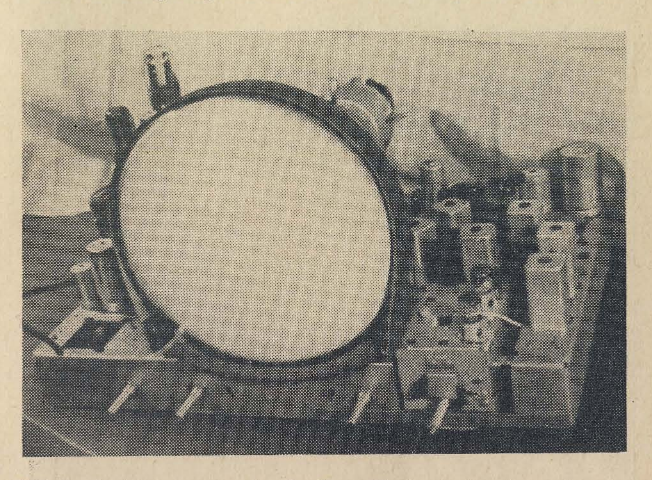


Bild 15 Ansicht von vorn. An der Tuner-Vorderwand rechts neben der Achse die Oszillator-Abgleichöffnung

glasstütze. Bild 15 zeigt die Sicht von vorn. Gut erkennbar ist die Bildröhren-Halterung (Filz und Lederspannband, das mit kurzen Schraubbolzen und Gegenmuttern unterhalb des Chassis gehalten wird) und die Montage des Tuners. Rechts neben der Tunerachse ist die Abgleichöffnung für den Oszillator-Spulenkern sichtbar. Durch sie ist der Spulenkern des jeweils eingeschalteten Streifens St_2 mit einem Schraubenzieher erreichbar, wenn die Pertinaxscheibe von C_{31} halb eingedreht ist.

Bild 16 zeigt die Sicht von rechts auf HF- und ZF-Teile. Hier ist die Stütze der Ablenkeinheit (vgl. Bild 10) und die Ablenkeinheit selbst mit ihrem Befestigungs-Spannband erkennbar. Hinter ihr sitzt auf dem Bildröhrenhals der Ionenfallen-Magnet. Der Anschlußsockel der Bildröhre wird nur lose auf diese aufgesteckt und nicht befestigt. Etwas rechts

hinter dem Halteband der Ablenkeinheit ragt aus dieser nach oben der Einstellhebel für die später noch zu erwähnende Bildlagescheibe des Systems heraus. Ganz am hinte-

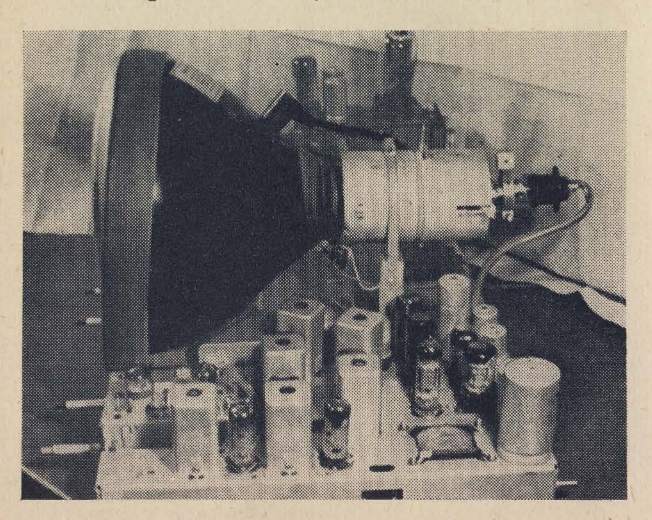


Bild 16 Blick auf rechte Seite mit HF-Teil. Die Befestigung der Ablenkeinheit ist erkennbar

ren Ende der Ablenkeinheit seitlich der Hebel für die Fokussierung, dessen Einstellung ebenfalls später erwähnt wird. Hier sei bereits gesagt, daß der Hebel beim Mustergerät zufällig in die hintere Endstellung zu stehen kam. Ergibt sich eine Mittelstellung, dann wird der Hebel – der eine Einstellspindel hat – mit einem kurzen Seil, Winkel o. ä. am Spannband festgelegt. Wie bei allen derzeit hergestellten Fernsehgeräten ragt auch hier der Bildröhrenfuß über die Chassishinterkante hinaus, was bei der Gehäusegestaltung zu berücksichtigen ist. Man legt daher entweder das Gehäuse entsprechend tiefer aus oder beschreitet den von der Industrie gegangenen Weg, die Rückwand auszuschneiden und den herausragenden Bildröhrenfuß und Sockel mit einer entsprechenden runden, innen isolierten Metallhaube

zu überdecken (dabei auf Abstand zum Sockel achten, schädliche Kapazitäten, Haube wird mit Masse verbunden!). Das Gehäuse der Ablenkeinheit muß natürlich ebenfalls Masseverbindung bekommen.

Bild 17 zeigt die Rückansicht auf Netzteil, Zeilentrafo (im Bild schlecht erkennbar) und Ablenkeinheit. Ganz links an der Chassisrückseite sind die Abgleichregler P_7 und P_8 mit ihren Achsstümpfen sichtbar. Gut erkennbar sind hier die Spannbandhalterung des Ablenksystems, der Anodenanschluß mit Hochspannungsstecker an der Bildröhre und die Netztrafos Tr_1 und Tr_2 mit aufgesetzten Rö 21 und 22. Die Sicherungen für diese Trafos sind ebenfalls direkt am hinteren Kern befestigt. Bild 18 zeigt den Zeilentrafo Tr 3 (Ausf. I, hochohmig) mit Rö 18 (links) und Rö 19 (rechts).

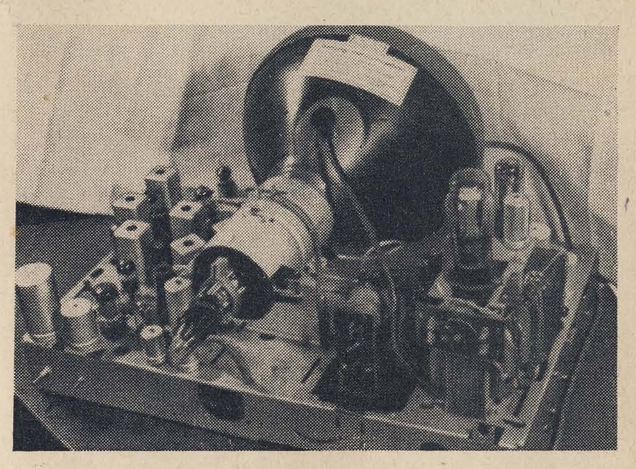


Bild 17 Rückansicht. Blick auf Zeilentrafo und Ablenkeinheit sowie (rechts) auf die Netztrafos

Daneben die Ablenkeinheit, deren Wicklung gut sichtbar ist. Darunter die Anschlüsse mit R_{97}, R_{98} und C_{95}. Trimmer C_{95} sitzt rückseitig am Lötösenbrett und ist im Bild halb verdeckt. Zur Einstellung ist er durch ein Loch in der Halte-

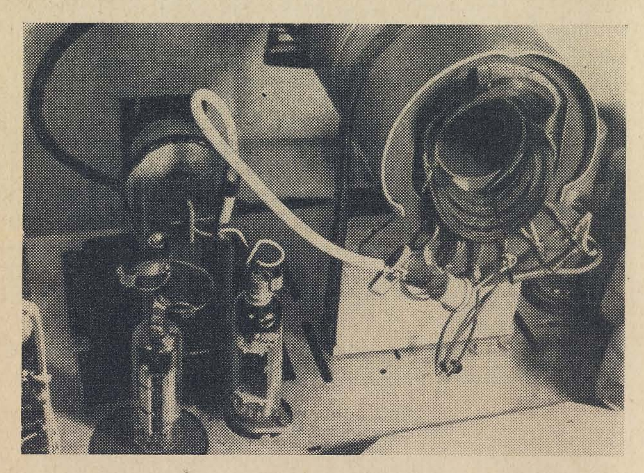


Bild 18 Zeilentrafo Tr 3 Ausf. I (hochohmig) mit Rö 18, Rö 19 und Ablenksystem. Die Ablenkspulen sind gut sichtbar, ebenso R_{97}, R_{98}, C_{95}

stütze des Systems (vgl. Bild 10) zugängig. In diesem Fall liegt ihm noch ein Festkondensator (im Bild 18 deutlich sichtbar) parallel, der – falls er erforderlich ist – vom Hersteller bereits mit eingebaut wird. Die Hochspannungs-Scheibenwicklung des Zeilentrafos ist gut erkennbar, ihr Umfang ist zwecks Verhinderung von Korona-Entladungen mit Isoliermasse vergossen. Das Hochspannungsventil Rö 20 liegt darunter und ist im Bild nicht sichtbar.

3.3 Verdrahtungshinweise

Bild 19 zeigt eine Teilansicht der Verdrahtung vom Tuner bis zum Video- und Tonmodulator. Die Schaltraste der Kanalwählertrommel (Trommelmitte links) ist sichtbar, rechts unten Tr_5 (Bildkipp-Ausgang), links unten ein Teil der Verdrahtung von Video-Endstufe und Bildkipp. Diese Schaltungsgruppen zeigt das Bild 20 vollständig. Schräg links unter Tr_5 ist – durch die Verdrahtung teilweise verdeckt – der kleine

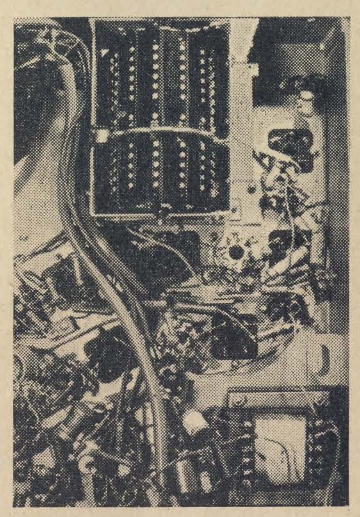
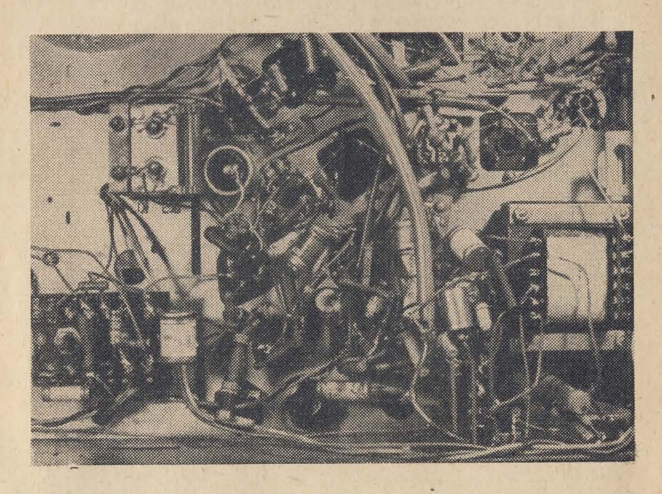


Bild 19 Teilansicht der Verdrahtung. Tuner und ZF Teile bis zu den Rö 6 und 10. Rechts unten Tr 5, links unten ein Teil der Video-Endstufe und des Bildkipps



Bild 20 (unten) Teilansicht der Verdrahtung. Video-Endstufe, Phasenvergleichsstufe und (unten rechts) Bildkipp. Rechts Tr 5. Schräg links unterhalb Tr 5, durch die Verdrahtung etwas verdeckt, Tr 4, rechts daneben unter Tr 5 die Regler P_7, P_8. Am Bildrand ganz links: P_9



Bildsperrschwingtrafo Tr_4 erkennbar, rechts neben ihm unter Tr_5 liegen P_7 und P_8. Ganz links im Bild unter dem Pertinaxbrettchen: P_9 mit R_{117}, R_{118}, C_{106}, C_{107}.
Ergänzend zu Bild 19 und 20 sollen nun noch einige allgemeine Verdrahtungshinweise gegeben werden. Bei unsachgemäßem Aufbau kann es zu der bekannten ZF-Selbsterregung kommen, man achte daher auf kürzeste Leitungsführung. Im allgemeinen können alle Bauteile in den ZF-Stufen ohne Verwendung von Schaltdraht direkt eingesetzt werden, Lötösenleisten scheiden hier aus. Begonnen wird die Verdrahtung, wie bereits früher erwähnt, mit der Verlegung der Heizleitungen. Dabei ist bezüglich der Abblockung der Heizungsanschlüsse an den Röhren das bei der Besprechung des Netzteiles Gesagte anzuwenden. Hier taucht dann schon die Frage der richtigen Erdpunkte auf. Im allgemeinen erhält jede Stufe ihren eigenen Erdpunkt, wozu eine Lötöse unter einer der Sockel-Halteschrauben dient. Sie wird auf kürzestem Wege mit dem auf Masse zu legenden Röhrenpol — falls ein solcher existiert — oder dem Mittelstift bei Picoröhrenfassungen verbunden. Alle an Masse zu legenden Elemente dieser Stufe laufen bis auf eine einzige Ausnahme in diesem Erdpunkt zusammen: Die Heizungskondensatoren erhalten einen eigenen Erdpunkt, wozu die zweite Schraube des betreffenden Sockels benutzt wird. Im übrigen sei hier nochmals auf Seite 38 verwiesen. Bei der Verdrahtung ist ferner darauf zu achten, daß die Abgleichpunkte (vor allem die Bandfilterkerne und die im Schaltbild eingezeichneten Meßpunkte M) nicht „verbaut", d. h. so verdeckt werden, daß sie beim späteren Abgleich nicht mehr mühelos zu erreichen sind. Im übrigen geschieht der Aufbau der ZF-Stufen nach UKW-mäßigen Gesichtspunkten. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß nicht durch ungünstige Verdrahtung etwa die bei der Gleichrichtung in Rö 6 entstehenden zahlreichen Oberwellen in den Ton-ZF-Kanal eingestreut werden. Im übrigen werden diese Stufen und auch der Video-Verstärker keine Schwierigkeiten bereiten. Beim Video-Verstärker (Rö 7) ist darauf zu achten, daß kapazitätsarm (Massekapazitäten der Bauteile gegen Chassis), also kurz verdrahtet wird, und Einzelteile nicht unmittelbar an das Chassis. Das gilt besonders für

die Korrekturdrosseln, die einigermaßen frei und mit der Wicklung möglichst senkrecht zum Chassis stehen sollen. Es kann sonst entweder zu merklichen Auflösungsverlusten oder – was noch unangenehmer ist – zu Plastikerscheinungen infolge Einschwingvorgängen (Resonanzbildung bei bestimmten höheren Video-Frequenzen) kommen. Die zur Bildröhrenkatode führende Leitung soll mit kapazitätsarmem Kabel abgeschirmt werden (ggf. Antennen-Koaxkabel). Ist das nicht möglich, so wird der unabgeschirmten Leitung der Vorzug gegeben, keinesfalls soll normales NF-Schirmkabel benutzt werden. Auch Impulssieb, Bildkipp und Phasenvergleichsstufe sind kapazitätsarm zu verdrahten, längere „heiße" Leitungen sind zu vermeiden. Vor Beginn der Verdrahtung ist die Beschreibung der jeweiligen Stufe nochmals durchzulesen, um Widerstände, die für evtl. späteren Abgleich in Betracht kommen, gleich so anzuordnen, daß sie nachträglich noch ausgewechselt werden können. Der Zeilenkippteil wird in der linken Chassishälfte aufgebaut, bis auf den bei Tr_8 Ausf. II ohnehin entfallenden Komplex um P_9. Falls das Gerät mit niederohmiger Ablenkung (Tr_3 Ausf. II) gebaut wird, kommen Sp_1 (Schwungradkreis) und $Sp_2/_3$ (Zeilenamplitude, Linearität) hinzu. Man ordnet dann zweckmäßig Sp_1 dicht unter den Ausschnitt für die Bildröhre, also in Chassismitte, etwa in Höhe der Röhre Rö 17 (vgl. Bild 7 und 9) an, Sp_2 und Sp_3 dagegen etwa dort, wo sich jetzt das Lötleistenbrettchen mit P_9 befindet. Werden dann noch, wie erwähnt, Rö 18 und 19 zur Chassishinterkante zurückgenommen und Tr_3 Ausf. II etwas nach vorn gerückt, so ergibt sich automatisch wieder die günstigste kürzeste Verdrahtung. Dabei ist darauf zu achten, daß keine magnetische Verkopplung der auf Zeilenfrequenz schwingenden Spulen untereinander eintritt. Daher ordnet man Sp_2 und Sp_3 in ihrer Kernrichtung zueinander senkrecht und beide senkrecht zur Kernebene des Zeilentrafos an. Letzteres gilt auch für Sp_1 im Hinblick auf den Zeilentrafo, obwohl hier die magnetische Schirmwirkung des Chassis (Eisenblech) das Ärgste verhindert. Allgemein ist die gesamte Zeilenablenkstufen-Verdrahtung ab Rö 17 als HF-strahlend zu behandeln. Sie streut also auf alle benachbarten Teile die Zeilenfrequenz und ihre Oberwellen ein. Das ist in

doppelter Hinsicht kritisch bei der Verdrahtung des Tonteiles (NF-Vorstufe und -Endstufe), der sich in unmittelbarer Nachbarschaft von Rö 17 befindet. Beim Mustergerät waren keine zusätzlichen Abschirmungen erforderlich, bei ungünstiger Verdrahtung kann es aber von Vorteil sein, zwischen beiden Komplexen eine Abschirmwand unter dem Chassis einzubauen. Die Verwendung von Abschirmkabel ist grundsätzlich zu vermeiden. Ausnahmen bilden hier – neben der erwähnten Katodenzuleitung der Bildröhre, deren Heizungsanschluß übrigens nicht mit Abblockungskondensatoren versehen werden soll – lediglich die Zuleitungen zu den Ablenkspulen (wobei die zur hochohmigen Zeilenablenkspule ⟨Ausf. I⟩ führende Leitung entweder nicht oder mit kapazitätsarmem HF-Koaxkabel zu schirmen ist) und die Reglerzuleitungen. Letztere sollen sämtlich abgeschirmt werden, die zu P_6 (Zeilenfrequenz) führende wiederum mit kapazitätsarmem HF-Kabel, die übrigen (auch die evtl. zu P_4 führende NF-Schalterleitung nach Bild 3) mit NF-Abschirmkabel. Die zu P_3 sowie evtl. zum P_4-Schalter führende NF-Leitung soll dabei möglichst kurz sein. Ist sie insgesamt länger als etwa 50 cm, so muß C_{75} um einen der Kabelkapazität entsprechenden Betrag verringert werden. Die Netzteil-Verdrahtung weist keine Besonderheiten auf. Alle Wechselspannung führenden Leitungen sollen verdrillt werden (Heizleitungen).

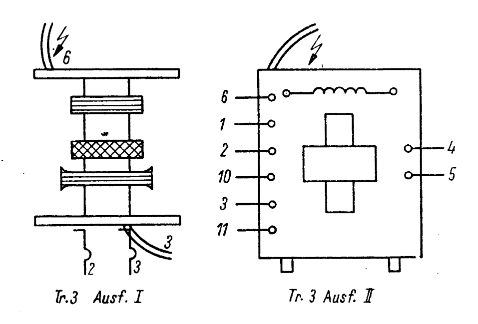


Bild 21 Anschlußbezeichnungen von Tr 3, Ausf. I und II

Abschließend hierzu noch ein wichtiger Hinweis für Eingriffe im Zeilentrafo Tr_3 (die nach Möglichkeit zu vermeiden sind und sich allenfalls auf das Auswechseln von Rö 20 beschränken werden): Die mit relativ hoher Frequenz auftretende Hochspannung hat eine schon mehrfach erwähnte, unangenehme Eigenschaft: Neigung zu Sprüherscheinungen und Korona-Entladungen. Dies wird wesentlich durch alle an Hochspannung führenden Punkten vorhandenen Unebenheiten, Kanten, Spitzen usw. begünstigt und ist im völlig dunklen Raum bei laufendem Gerät als schwachleuchtendes, von dem betreffenden Punkt ausgehendes blauviolettes Lichtbüschel („Pinsel") zu sehen und meist von einem deutlich hörbaren zischenden Prasseln, das von der Lichterscheinung ausgeht, begleitet. Bei stärkeren Sprühentladungen macht sich dann auch der typische Ozongeruch bemerkbar. Diese energieverzehrende und auf die Dauer das Isolationsmaterial schädigende Erscheinung kann nur durch Vermeiden aller Spitzen und Ecken in den Leitungen bekämpft werden. Rö 20 ist deshalb entweder mit Isolationswachs vergossen (hier kein Kerzenwachs verwenden, nur Reinparaffin oder Vergußmasse) oder mit Gummihaube überzogen. Beim Auswechseln müssen alle Lötstellen mit sehr viel Zinn peinlich rund verlaufend ausgeführt werden, es dürfen keine Drahtenden oder Zinnspitzen stehenbleiben. Die Anode von Rö 20 darf nicht gekürzt und etwa mit dem abgeschnittenen Anodendraht der alten Röhre verlötet werden, sondern die meist am Zeilentrafo-Wickel eingegossene oder als kleine Zinnwanne ausgeführte Anodenlötung muß geöffnet und ebenso sachgemäß wieder verlötet und vergossen werden. Das gilt auch für die Heizanschlüsse von Rö 20 und das davon ausgehende Hochspannungskabel. Schon Rauhigkeiten auf dem glatten Schaltdraht können Verluste durch Korona-Erscheinungen ergeben! Vor Arbeitsbeginn müssen Originalform der Lötstellen und Leitungsverlegung sowie die getroffenen Isoliermaßnahmen genau angesehen und versucht werden, sie originalgetreu wiederherzustellen. Im übrigen ist selbstverständlich jeder unnötige Eingriff an Tr 3 und der Ablenkeinheit zu unterlassen.

4. INBETRIEBNAHME UND ABGLEICH

Nach beendeter Verdrahtung ist zunächst an Hand des Schaltbildes nochmals jede Stufe genau zu überprüfen, denn bei dem Umfang der Schaltung und der stellenweise recht engen Verdrahtung können sich leicht Fehler einschleichen. Sämtliche Einzelteile, besonders alle Widerstände und Kondensatoren, sind vor Einbau einer kurzen Prüfung (mit Glimmlampe auf Durchgang bzw. Schluß) zu unterziehen. Diese kleine Mühe macht sich durch Ersparnis einer womöglich stundenlangen Fehlersuche bezahlt.
Nach der Überprüfung aller Teile und der fertigen Verdrahtung soll das Gerät zunächst ohne Röhren unter Strom gesetzt werden. Man überzeugt sich nun, ob bei allen Röhrenfassungen die Heizspannungen an den richtigen Kontakten liegen, und wiederholt diese Messung nach Einsetzen von Rö 21 und 22 an den Anodenspannung führenden Kontakten, wobei das Schaltbild zur Orientierung dient. Danach kann die Bildröhre eingebaut, können alle Röhren eingesetzt werden, bis auf Rö 13, die zunächst fortgelassen wird. Die Anodenspannung an den Punkten B, C, D und E wird nun kontrolliert und muß etwa den im Schaltbild angegebenen Wert haben, geringe Abweichungen sind zulässig (bis etwa +5, –15 Prozent). Nun werden die Kippteile überprüft.

4.1 Zeilenkippteil

Der Zeilenkippteil in hochohmiger Ausführung (Tr 3 Ausf. I) bereitet wenig Sorge. Sobald er arbeitet, muß auf der Bildröhre Helligkeit vorhanden sein. (Achtung! Da die Bildröhre noch nicht justiert ist, darf der Helligkeitsregler nur knapp so weit aufgedreht werden, daß eben etwas Helligkeit erkennbar wird. Zeilentrafo-Abschirmkäfig muß aufgesetzt sein). Sollte nur ein waagerechter Strich geschrieben werden, so arbeitet der Bildkipp noch nicht. Dann wird zunächst dieser soweit hergerichtet (siehe unten), daß er eine Ablenkung bewirkt. Jetzt wird die Zeilenfrequenz – die wegen der fehlenden Rö 13 unsynchronisiert läuft – mit R_{108} etwa auf Soll-Wert gebracht, wozu jedoch ein Oszillograf und

Tongenerator erforderlich sind. Der Abgleich geschieht dann durch Frequenzvergleich (Lissajoussche Figuren). Fehlen die genannten Instrumente, muß hierauf verzichtet werden; bei genauer Einhaltung der gegebenen Werte und sorgfältigem Aufbau wird die Frequenz jedoch ungefähr stimmen. Nun wird noch die Boosterspannung (Ablenksystem Punkt 3 gegen Masse) gemessen, sie soll wenigstens 450, maximal 500 V betragen. Im übrigen sind die bei der Besprechung des Zeilenkipps gegebenen Hinweise zu beachten. P_9 wird zunächst so eingestellt, daß gerade die gesamte Bildbreite (240 mm) geschrieben wird. – Der Abgleich der niederohmigen Ausführung (Tr 3 Ausf. II) erfolgt ebenso, wobei zunächst der Schwungradkreis Sp_1 kurzgeschlossen wird. Mit P_6 muß sich die Frequenz vom Soll-Wert nach beiden Seiten verändern lassen, bei oszillografischem Abgleich ist P_6 daher in Mittelstellung zu bringen. Für die Messung der Boosterspannung gilt das Gesagte. Sp_1 bleibt zunächst kurzgeschlossen.

4.2 Bildkippteil

Der Bildkippteil wird sinngemäß ebenso abgeglichen, hier kann mangels Tongenerator ein Vergleich mit der 50-Hz-Netzfrequenz oszillografisch erfolgen. Die Bildfrequenz soll 50 Hz bei Mittelstellung von P_5 betragen. Sie kann u. U. mit R_{88} (die Zeilenfrequenz sinngemäß mit R_{108}) etwas geändert werden. P_8 wird wiederum so eingestellt, daß gerade die für die jeweilige Bildröhre erforderliche Bildhöhe (180 mm für B 30 M 1) geschrieben wird. Die Bildlinearität wird zunächst nur grob eingestellt, wobei aus dem Bildraster (Zeilenabstand) bei genauer Beobachtung grobe Abweichungen von der Bildlinearität bereits erkennbar sind. Die Zeilenabstände müssen gleich sein. Sind keine Zeilen zu unterscheiden, ist zunächst die Bildröhre genau einzustellen. Die Zeilenlinearität bei Tr 3 Ausf. II wird erst später eingestellt. Bereits jetzt am linken Bildrand auftretende, senkrechte schwarze Streifen können mit C_{95} (Ablenkeinheit) kompensiert werden. Ein etwas unruhiger Bildstand (ausgefranste Zeilenanfänge) ist durch die fehlende Synchronisierung bedingt und zunächst ohne Bedeutung.

4.3 Einstellen der Bildröhre

Das Einstellen der Bildröhre beschränkt sich auf die Fokussierung (Schärfe des Zeilenrasters), den Ionenfallenmagneten und die Bildlage, die mit der „Bildlagescheibe" am Ablenksystem (Hebel mit Klemmschraube oben) so einzuschwenken ist, daß das geschriebene Bildraster in Schirmmitte sitzt. Falls es verkantet (schräg) steht, wird die gesamte Ablenkeinheit in ihrer Halterung etwas verdreht (Spannband lockern). Die Fokussierung ist bei der hochohmigen Ablenkeinheit (Bild 16 und 17) mit dem seitlich herausragenden Schwenkhebel erreichbar. Ist dabei kein Schärfemaximum zu erzielen, dann wird die ganze Ablenkeinheit in ihrer Halterung gelockert und etwas axial auf dem Röhrenhals verschoben. Bei der niederohmigen Ablenkeinheit dient ein schraubdeckelähnlicher Halter mit Handgriff dem gleichen Zweck, der bei Drehung um die Achse des Systems eine Längsverschiebung des Fokussiermagneten ergibt. Besondere Sorgfalt ist der Einstellung des Ionenfallenmagneten zu widmen. Diese soll möglichst als erstes noch vor allen anderen Einstellungen am Gerät vorgenommen werden. Der zusammen mit der Ablenkeinheit gelieferte Magnet wird hinter dieser mit seinem Klemmhalter auf dem Hals der Bildröhre befestigt, wie in Bild 16 und 17 gut zu erkennen ist. Der an ihm befindliche Pfeil muß dem Bildschirm zugewendet sein und zeigt senkrecht von oben auf die am Bildröhrenhals mit einem – meist roten – Strich markierte Stelle, der Magnet soll dabei etwa 10 mm vom Bildröhrensockel entfernt stehen. Die auf schwache Helligkeit eingestellte Bildröhre ergibt nun bei vorsichtigem Verschieben des Magneten längs des Röhrenhalses ein deutliches Helligkeitsmaximum, in dieser Stellung bleibt der Magnet stehen. Er darf jedoch nicht seitlich verdreht oder schräg gestellt sein.

Bevor die HF- und ZF-Teile abgeglichen werden, wird noch die Funktion des Tonteiles (NF-Stufen) überprüft, was zweckmäßig über den Dioden- oder Plattenspieleranschluß geschieht. Der Anodenstrom von Rö 12 soll in üblicher Form kontrolliert werden und dem für die jeweilige Röhre vorgeschriebenen Wert (Röhrentabelle) entsprechen.

4.4 Abgleich des HF- und ZF-Teiles

Für die nun zu behandelnden Abgleicharbeiten ist ein brauchbarer Meßsender und ein Röhrenvoltmeter für Gleichspannungsmessung erforderlich. Ohne dieses Mindestmaß an Geräten ist ein Erreichen der vollen Leistung eines Fernsehgerätes nicht annähernd möglich. Äußerstenfalls kann mit einigen Einschränkungen an Stelle des Röhrenvoltmeters ein Mikroamperemeter (50 μA) verwendet werden. Dagegen sollte, wenn irgend möglich, für den späteren Videoabgleich ein guter Oszillograf (Service-Oszillograf mit wenigstens 3 MHz Bandbreite des Meßverstärkers) zur Verfügung stehen. Besonders bei evtl. Fehlersuchen in den Kippteilen ist ohne ihn kaum auszukommen.

4.41 Der Tuner

Der Tuner wird vom Hersteller abgeglichen geliefert, vor Änderungen sei gewarnt, denn bei einem völlig verstimmten Tuner wird vom Hersteller auch den Fernsehvertragswerkstätten sein Auswechseln angeraten. Bei Röhrenwechsel können leichte Verstimmungen auftreten, die mit C_{23}, C_{24} und C_{28} auszugleichen sind. Bild 22 zeigt die Durchlaßkurve

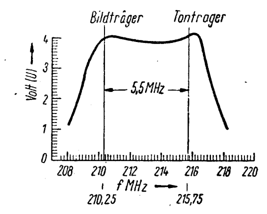


Bild 22 Durchlaßkurve des Tuners. Angegebene Spannungswerte durch Einregelung des Meßsender-Ausgangs einhalten

des Tuners auf Kanal 10. Zweckmäßig sind Abgleicharbeiten auf diesem Kanal durchzuführen, da dabei alle anderen Kanäle mit korrigiert werden. Hierzu wird der Meßsender an die Antennenanschlüsse gelegt, das Röhrenvoltmeter am Meßpunkt M 1 angeschlossen. Durch punktweises Verändern der Frequenz und Auftragen der abgelesenen Spannungswerte wird die Kurve auf Millimeterpapier gezeichnet. Mit C_{23} kann dabei die Resonanzfrequenz des Vorkreises etwas verändert und damit nach Bedarf der rechte oder linke

Kurvenhöcker (Bild 22) angehoben werden. C_{24} und C_{28} verändern die Durchlaßbreite. Falls man danach feststellt, daß nur ein bestimmter Kanal schlecht abgeglichen ist, wird der betreffende Streifen Sp_1 herausgenommen und durch vorsichtiges Zusammendrücken oder Auseinanderziehen der Spule nachgeglichen. Diese Arbeiten sind aber nur im Notfall vorzunehmen (ggf. beim Herrichten der Streifen für UKW-Empfang entsprechend den Angaben im Anhang). Der Oszillatorspulenkern wird beim Empfang nach Bild auf beste Auflösungseigenschaften in Mittelstellung von C_{31} abgeglichen. Er ist durch die Tuneröffnung rechts neben der Achse zugänglich. Bei richtiger Einstellung muß dann am rechten Anschlag von C_{31} ein deutliches Bildmaximum auftreten, während zum linken Anschlag hin das Bild flauer wird, wobei gleichzeitig Plastikerscheinungen auftreten können. Ein genauer Abgleich ist beim Paralleltonempfänger auch dadurch möglich (für die UKW-Bereiche), daß der Meßsender auf die Tonsender-Frequenz eingestellt und das Röhrenvoltmeter (die ZF-Stufen müssen bereits stimmen) am Meßpunkt M_4 angeschlossen wird. Der Oszillator wird dann in Mittelstellung von C_{31} bei geringer HF-Spannung auf Maximum gebracht.
Das Bandfilter Bf_T hat eine Bandbreite von etwa 10 MHz, seine Kurve deckt sich mit der Tuner-Durchlaßkurve.
Für den nun folgenden ZF-Abgleich wird der Tuner auf ein Leersegment (Stellung 1 oder 12, evtl. Streifen entfernen) geschaltet.

4.42 Die Bild-ZF

Der Abgleich ist bestimmend für die Bildqualität und sorgfältig vorzunehmen. Bild 23 zeigt die Kurve, die erreicht

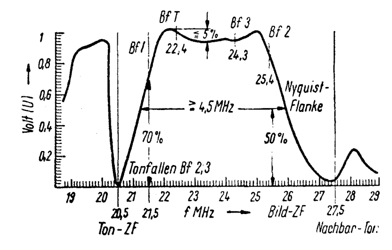


Bild 23 Durchlaßkurve des Bild-ZF-Teiles

werden soll. Der Meßsender wird an Punkt M_1 (Tuner) angeschlossen, das Röhrenvoltmeter an Punkt M_2 (C_{57} kurzschließen). Die HF-Spannung wird bei halb aufgedrehtem Kontrastregler so eingestellt, daß sich für die Frequenzen zwischen 21 und 27 MHz an M_2 maximal 1 V ergibt. Es werden nun abgeglichen („oben" bzw. „unten" bezieht sich auf die Spulenkerne der Original-Filter): Bf_1 (unten) auf 21,5-MHz-Maximum, Bf_2 (unten) auf 25,4-MHz-Maximum, Bf_3 (unten) auf 24,3-MHz-Maximum, Bf_T auf 22,4-MHz-Maximum. Dann wird C_{33} (Nachbartonfalle im Tuner am Bf_T) auf 27,5-MHz-Minimum eingestellt. Die Tonfallen in Bf_1 und Bf_2 (oben) werden auf 20,5-MHz-Minimum eingestellt. Die Gesamt-Durchlaßkurve ist punktweise aufzunehmen und zu zeichnen, sie muß der Kurve in Bild 23 entsprechen. Dabei ist zu beachten, daß die Spannung an M_2 nicht über max. 1 V ansteigt, anderenfalls ist die HF-Spannung entsprechend zu verringern. Bei verschiedenen Einstellungen des Kontrastreglers wird kontrolliert, ob sich die Kurve bei der Regelung stark verformt. Falls erforderlich sind dann R_{27} und R_{31} etwas zu ändern. Die Bandbreite bei 0,5 V (vgl. Prozentangaben in Bild 23) soll mindestens 4,5 MHz betragen, auch die übrigen Toleranzen in Prozent sollen entsprechend eingehalten werden. Die Kurve kann noch mit einzelnen Filteränderungen „hingebogen" werden, die Resonanzfrequenzen der Filter sind dafür in Bild 23 angegeben.

4.43 Die Ton-ZF

Der Ton-ZF-Kanal wird anschließend abgeglichen. Meßsender an M_1, Röhrenvoltmeter oder Mikroamperemeter mit Vorwiderstand (letzteres auch für Bild-ZF, M_2 geeigneter Ausweg) an M_4 (Begrenzerstufe Tonkanal). Bf_4 oben und unten bei 20,5 MHz auf Maximum, C_{46} am Bf_1 ebenfalls auf Maximum. Jetzt Meßgerät an M_5 anschließen. Dazu ist ein Instrument mit Nullpunkt in Skalenmitte erforderlich, es kann jedoch auch das normale Röhrenvoltmeter (oder Mikroamperemeter mit Vorwiderstand) benutzt werden, das meist auch ein kleines Ausweichen des Zeigers über den Nullpunkt nach links erlaubt, so daß der Nullpunkt (am stromlosen Instrument vor Meßbeginn genau einstellen) hinreichend genau zu erkennen ist. Während der Messung muß

das Instrument dann bedarfsweise umgepolt werden. Jetzt wird mit Bf_5 oben auf 20,5-MHz-Maximum eingestellt, dieser Kreis ist gleichzeitig für Steilheit und Linearität der Diskriminatorkurve verantwortlich. Am Bf_5 unten wird bei 20,5 MHz der Nulldurchgang des Diskriminators eingestellt. Nun ist die Bandbreite des ZF-Tonkanals zu kontrollieren. Dazu wird an M_4 gemessen und bei 20,5 MHz die HF-Energie am Meßsender auf eine an M_4 stehende Spannung von 5 V eingeregelt. Die Frequenz wird um 200 kHz nach beiden Seiten geregelt, dabei darf die Spannung an M_4 nicht unter 2,5 V abfallen. Eine aus den Meßergebnissen gezeichnete Kurve muß etwa der in Bild 24 entsprechen.

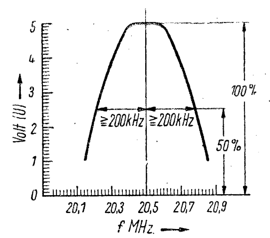


Bild 24 Durchlaßkurve des Ton-ZF-Teiles

Ebenso wird anschließend der Diskriminator (M_5) überprüft. Die Kurve muß zwischen 20,3 und 20,7 MHz völlig linear sein (mit Bf_5 oben einstellbar) und bei 20,5 MHz den Nulldurchgang aufweisen (Bild 25). Damit ist der Abgleich der

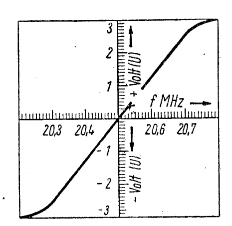


Bild 25 Diskriminatorkurve des Ton-Demodulators

HF- und ZF-Teile beendet. Selbstgebaute Bandfilter sind unbedingt entsprechend den hier gegebenen Zahlen vor Einbau vorabzugleichen (zweckmäßig mit Grid-Dipper).

Jetzt kann Röhre 13 eingesetzt werden, und damit ist das

Gerät empfangsbereit. Bei empfangenem Sender ist nun bei Tr 3 Ausf. II der in Bild 5 angegebene Schwungradkreis abzugleichen. Dessen Kurzschluß wird (vgl. Seite 61) aufgehoben, und bei Mittelstellung von P_6 wird Sp_1 auf sauberen Zeilenstand (Synchronisation) eingestellt. P_6 muß dann über einen ziemlichen Bereich verstellbar sein, ohne daß das Bild ausreißt. Das gleiche gilt in etwas geringerem Maße für P_5.

5. OSZILLOGRAFISCHE KONTROLLEN

Anhand einiger Oszillogramme sollen nun noch Hinweise für die Untersuchung der Kippteile und der Video-Endstufe gegeben werden, die unbedingt durchzuführen ist (auch wenn das Gerät scheinbar einwandfrei arbeitet). Der Oszillograf wird stets über ein kurzes, meist zugehöriges HF-Abschirmkabel an den genannten Meßpunkt angelegt. Da dem Amateur keine Spezialgeräte (Bildmustergenerator) zur Verfügung stehen, ist er für oszillografische Untersuchungen z. T. auf das vom Deutschen Fernsehfunk gesendete Testbild angewiesen.

5.1 Die wichtigsten Impulsformen

Die Oszillogramme werden mit einer entweder der Zeilen- oder der Bildfrequenz entsprechenden Kippfrequenz des Oszillografen aufgenommen. In den folgenden Bildern ist darauf mit (B) (entspr. Bildfrequenz, 50-Hz-Zeitbasis) oder (Z) (Zeilenfrequenz, 15 625-Hz-Zeitbasis) hingewiesen.

Bild 26 zeigt das Zeilen-Oszillogramm eines normalen Bildes mit dem Zeilen-Synchronimpuls, dessen genormte „hintere Schwarzschulter" deutlich erkennbar ist. Die Nulllinie entspricht dem Schwarzwert (Schwarzpegel) des Bildes. Das Oszillogramm wurde am Meßpunkt M_3 (Katode Bildröhre) abgenommen. Bild 27 zeigt den gleichen Bildinhalt „über Bild" (Zeitbasis B) aufgenommen, hier sind zwei Bildwechselimpulse deutlich sichtbar. Die über der Nullinie liegende zweite Linie entsteht dabei durch die im Oszillogramm „zusammengeschobenen" Zeilenimpulse. Dieses Bild-

inhalt-Impuls-Gemisch gelangt zur Röhre 13, die die Synchronimpulse vom Bildinhalt trennt. Die Oszillogramme 26 und 27 treten mit umgekehrter Polarität auch am Meß-

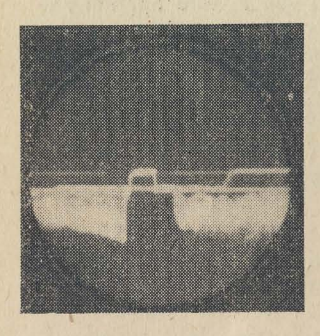


Bild 26 Oszillogramm am Meßpunkt M_3. Normaler Bildinhalt mit Zeilen-Synchronisierimpuls (Zeitbasis Z = 15625 Hz)

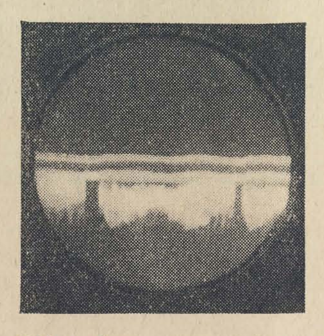


Bild 27 Oszillogramm wie Bild 26 (Oszillografen-Zeitbasis B = 50 Hz) mit Bildwechsel-Impuls

punkt M_2 auf, ihre Spannung beträgt dort etwa 1 bis 1,5 V, an M_3 etwa 10 bis 15 V bei normalem Kontrast. Die Spannungsangaben verstehen sich Spitze/Spitze des Oszillogramms.

Die weiteren Oszillogramme wurden der Deutlichkeit halber nach den Originalbildern gezeichnet.

Von Rö 13 werden die Zeilenimpulse an die Phasenvergleichsstufe mit verschiedener Polarität gegeben, wie Bild 28 für die Meßpunkte M_6 und M_7 zeigt. Dabei ist in Bild 28 bei M_7 ein leichtes, hier noch unbedenkliches „Überschwingen" nach positiven Werten zu erkennen. Die Spannungen sind an den einzelnen Diagrammen angegeben und als ungefähre Richtwerte aufzufassen. Rö 17 wird in bekannter Weise von Rö 14 synchronisiert (vgl. Beschreibung) und gibt an die Zeilenendröhre einen steuernden Sägezahn ab, der an M_8 (über den dort vorgesehenen Entkopplungswiderstand R_{114}) abgenommen werden kann und etwa Aussehen und Größe nach Bild 28 hat. – Die Bildimpulse werden wie beschrieben integriert (d. h. von den Zeilenimpulsen

getrennt) und treten an M_9 (Bild 28, mit Zeitbasis B) als kurze positive Spitzen auf. Rö 15 verstärkt sie und synchronisiert damit den Bildsperrschwinger. Der von diesem ab-

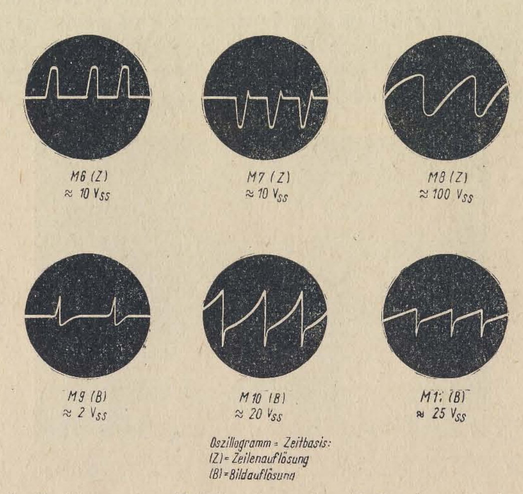


Bild 28 Oszillogramme (Soll-Form) an den Meßpunkten M_6 bis M_{11}. Die etwa vorhandenen Impulsspannungen sind angegeben; M_6 und M_7 müssen mit R_{76} und R_{78} auf gleiche Größe gebracht werden

gegebene, die Bildkippendröhre Rö 16_{II} steuernde Sägezahn hat die bei M_{10} abgreifbare Form (Bild 28). Er muß nicht unbedingt linear sein, um ein lineares Bildraster zu erhalten, da gegenläufige Einflüsse der Bildkippendstufe hinzukommen. Der durch den Bildkipp-Rücklauf erzeugte Spannungsrückschlag ist als negative Spitze in M_{10} (und auch M_{11}) deutlich sichtbar, er dient zur Dunkelsteuerung der Bildröhre über C_{61} (wie beschrieben). An Punkt M_{11} (Bild 28) ist der der Ablenkspule zugeführte, jetzt völlig lineare (bei richtiger Einstellung von P_7 und P_{10}) Ablenkstromverlauf meßbar, die Rückläufe sind deutlich sichtbar. Anhand dieser Oszillogramme kann das einwandfreie Arbeiten der Ablenkstufen kontrolliert und ein Fehler eingekreist werden.

5.2 Fehlererscheinungen im Bild

Einige mögliche und typische Fehler werden in den folgenden Bildern noch gezeigt. Leider hat wegen der Detailverluste beim Abdruck der Fotos auch das seine Grenzen, so daß hier nur einige Beispiele gegeben werden können. Bild 29 zeigt die Erscheinung fehlender Bildsynchronisation („rollendes Bild") oder bei geringfügig falscher Einstellung

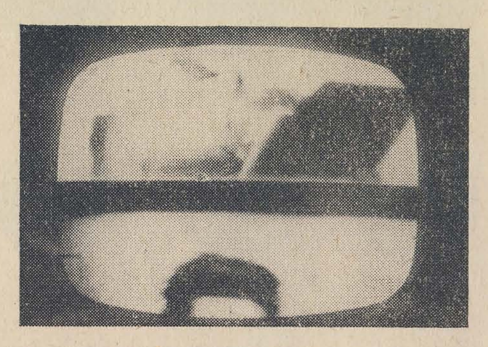


Bild 29 „Rollendes" Bild bei fehlender oder schlechter Bildsynchronisation. Erklärung im Text

der Bildfrequenz (P_5). Falls mit P_5 kein typisches „Einrasten" des Bildes erreichbar ist, sind Rö 15, C_{89} und die Integrierkette zu prüfen. Kommt das Bild mit P_5 auch nicht kurzzeitig zum Stand, so stimmt die Frequenz des Bildsperrschwingers nicht. Dann sind $R_{86\text{-}88}$ und $C_{89\text{-}91}$ zu prüfen. Der schwarze Trennbalken in Bild 29 entspricht dem Bildrücklauf bzw. dem Vertikalimpuls in Bild 27. Ein Verreißen der Zeilen (Fehler im Zeilenkipp) läßt kein erkennbares Bild zustande kommen, bei großer Frequenzabweichung mangelt es an Hochspannung. Ein Ausreißen einzelner Zeilenpartien (Bild 30) kann entweder durch Störimpulse (fremde Störer oder z. B. bei Direktübertragungen mitunter auch senderseitig; dann ist das „Einreißen" am Meßpunkt M_3 im Bildoszillogramm Bild 27 bereits gut erkennbar) oder durch falsch bemessene Zeitkonstanten im Impulstrennsieb (Rö 13, $R_{73\text{-}75}$, $C_{82\text{-}83}$) entstehen; im letzten Falle treten diese Störungen laufend

auf. In Bild 30 ist ganz oben (schwer zu erkennen) noch eine typische Kraftfahrzeugstörung (Zündfunken) zu sehen. Außerdem zeigt dieses Bild eine schlechte Einstellung der Zeilenlinearität, das Bild scheint quer auseinandergezogen. Beim hochohmigen Ablenkteil sind dann Rö 18 oder 19 zu wechseln, beim niederohmigen Ablenkteil ist Sp_2 nachzustellen.

Die Bildlinearität macht sich ähnlich bemerkbar, das Bild erscheint jetzt in senkrechter Richtung verzogen (Bild 31).

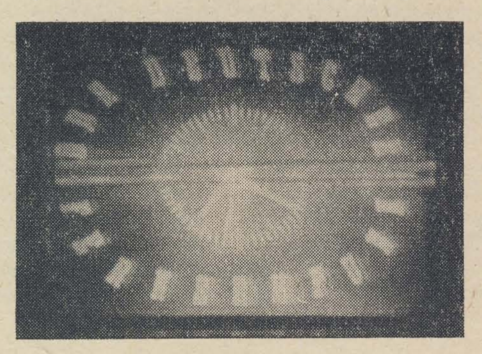


Bild 30 „Zeilenreißen" und mangelnde Zeilen-Linearität, schwache Reflexionserscheinungen

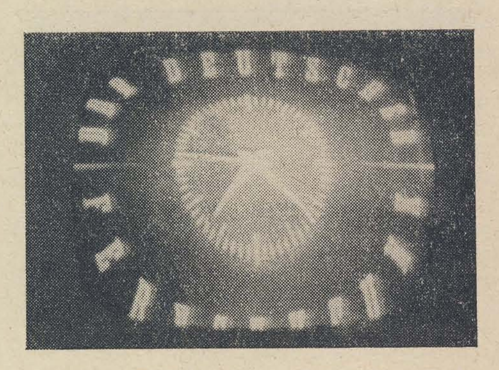


Bild 31 Mangelhafte Bildlinearität (vertikal), Bildamplitude zu groß

Hier liegt eine Abweichung in der Linearität der unteren Bildhälfte vor, die mit P_{10} ausgeglichen wird. Gleichzeitig ist eine geringe gegensinnige Abweichung oben (Zusammendrückung) zu erkennen, die mit P_7 auszugleichen ist. Beim ersten Einstellen wird man dabei mitunter beide Regler (bzw. für P_{10} den evtl. an seiner Stelle eingesetzten Festwiderstand) wechselseitig abgleichen müssen. Später ist meist nur P_7 erforderlich. Auch die Bildamplitude (P_8) ist in Bild 31 etwas zu groß eingestellt.

Die Untersuchung des Videokanals ist für den Amateur nicht ganz einfach. Tritt im Bild Plastik auf, so liegt dies – bei richtiger Abstimmung des Empfängers und richtiger Einstellung von Oszillator und ZF – meist an Einschwingvorgängen in der Videostufe oder dem Schaltkomplex des Video-Demodulators. Bei Fehlern in HF oder ZF (falsche Durchlaßkurve) ändert sich die Plastikerscheinung beim Durchdrehen der Feinabstimmung, bei Video-Fehlern bleibt sie ziemlich konstant. Unter Plastik ist dabei das Auftreten von Helligkeitssprüngen an senkrechten Bildkanten, bei denen plötzlicher Helligkeitswechsel vorkommt, zu verstehen. Eine von Schwarz in Grau wechselnde Fläche wird also z. B. an ihrer senkrechten Kante von einer mehr oder minder breiten weißlichen Linie umgeben sein.

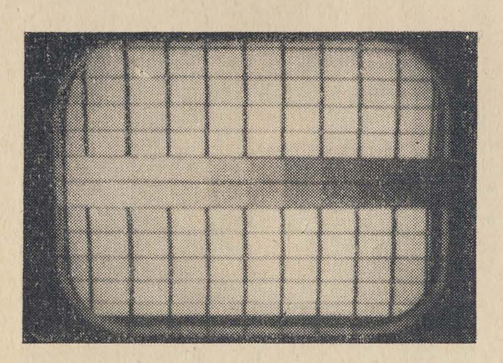


Bild 32 Elektronisches Testbild des Deutschen Fernsehfunks mit Plastikerscheinungen und schlechter Auflösung

Bild 32 zeigt das Testbild des Deutschen Fernsehfunks, wie es zur Zeit ausgestrahlt wird. Es wird im Studio elektronisch erzeugt und enthält ein Rechteckmuster, in Bildmitte einen Graukeil mit 10 Stufen verschiedener Helligkeit und außerdem — nach oben und unten vom Graukeil ausgehend — je zwei Reihen, in denen die Rechtecke mit senkrechten Linien ausgefüllt sind, die zur Auflösungskontrolle dienen. Die je zwei dem Graukeil benachbarten Reihen entsprechen dabei einer Videofrequenz von 4,5 MHz, die weiter außen liegenden zwei Reihen 3 MHz, an den Rändern nochmals 4,5 MHz. Aus der Erkennbarkeit der Streifen kann man daher auf die Bandbreite des Empfängers schließen. Bei einwandfreier Bandbreite und Auflösung sind diese senkrechten Linien gut zu erkennen. Sind nur die äußeren sichtbar, die inneren dagegen nicht vorhanden, ist die Bandbreite des Empfängers (einschließlich Videostufe) geringer als 4,5 MHz, bei sehr schlechter Auflösung fehlen auch die 3-MHz-Streifen, das ganze Bild wirkt dann meist unscharf. Letzteres ist z. B. bei Bild 32 der Fall (wobei zu berücksichtigen ist, daß die feinen 3- und 4,5-MHz-Streifen im Druck ohnehin kaum wiederzugeben sind), die Unschärfe auch der Kanten der Rechtecke ist offensichtlich. Da dies aber auch bei den waagerechten Linien der Fall ist und keine Zeilenstruktur erkennbar wird (auch im Originalfoto, Bild 32, nicht), liegt hier nicht der Fehler einer schlechten Bandbreite, sondern eindeutig mangelhafte Fokussierung der Bildröhre vor. Gleichzeitig ist aber — besonders an den Kanten der Graukeilfelder — eine deutliche Plastikerscheinung (Einschwingvorgänge) bemerkbar (helle Trennlinien zwischen den Graufeldern). Das Testbild zeigt jedoch noch mehr Einzelheiten. So kann z. B. damit die Bildlinearität sehr gut überprüft werden. Die Höhe der Rechtecke muß oben und unten gleich sein. Das gleiche gilt sinngemäß auch für die Zeilenlinearität. Beide sollten daher am besten nach dem Testbild (oder nach kreisrunden Bildeinzelheiten, z. B. die gezeigte Uhr des Deutschen Fernsehfunks) eingestellt werden, wobei mit Hilfe des Testbildes die Linearität an allen Bildstellen (Ecken) kontrolliert werden kann. Die im Testbild enthaltene Grautreppe erlaubt die richtige Einstellung von Kontrast und Helligkeit. Beide Regler sollen

so eingestellt werden, daß sich alle 10 Felder gut voneinander abheben und das rechte schwarze Feld gerade völliger Dunkelheit entspricht. Bei geringem Erhöhen der Helligkeit muß dann auch dieses Feld unmittelbar in Grau umschlagen.

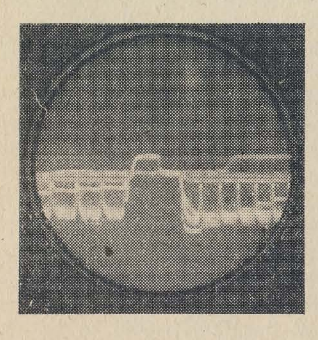
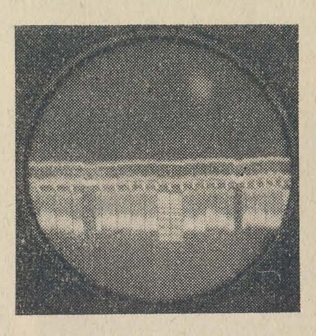


Bild 33 Zeilenoszillogramm zu Bild 32

Bild 33 zeigt das Zeilen-Oszillogramm zu Bild 32, wieder am Punkt M_3 abgenommen, wie ein Vergleich mit Bild 26 ergibt. Im Bildinhalt ist deutlich die stufenförmig ansteigende „Grautreppe" (daher der Name) erkennbar, rechts vom Zeilenimpuls unten mit dem Weißwert beginnend (daher sitzt Weiß links am Zeilenanfang in Bild 32). Die senkrechten schwarzen Balken des Testbildes sind ebenfalls gut im Oszillogramm zu unterscheiden. Der in Bild 26, 33 und 36 rechts oberhalb der Null-Linie sichtbare Streifen rührt vom Strahlrücklauf des hier benutzten Oszillografen her und ist ohne Bedeutung. Die erwähnten Einschwingerscheinungen in Bild 32 sowie alle ähnlichen Erscheinungen stammen, falls sie nicht schon senderseitig mitgeliefert werden, was gelegentlich vorkommt, meist aus der Videostufe oder dem stark verstimmten Bild-ZF-Teil. Letzterer würde in Bild 23 an Stelle der ausgeglichenen Videokurve einen ziemlich starken Höcker in der Gegend um 22 bis 24 MHz zeigen bzw. überhaupt die höheren Videofrequenzen (das entspricht der niedrigeren Bild-ZF) bevorzugen. Eine Kontrollmessung gibt hierüber Aufschluß. Stammt der Fehler aus dem Videoteil, so sind meist falsch bemessene oder defekte Korrektur-

drosseln oder ungünstiger Aufbau (zu hohe Erdkapazitäten der Verdrahtung) die Ursache. Zu hohe Verdrahtungskapazität kann nämlich u. U. nicht nur Auflösungsverluste (fehlende Auflösungslinien im Testbild), sondern durch Resonanzbildung mit einer der Korrekturdrosseln auch Plastik

Bild 34 Bildoszillogramm zu Bild 32



bewirken. Im Zweifelsfall Videostufe neu und günstiger verdrahten. Bild 34 zeigt das Vertikaloszillogramm (Zeitbasis B) zu Bild 32. Ein Vergleich mit Bild 27 läßt wieder den Bildwechselimpuls erkennen, außerdem ist übrigens wieder gut in Bildmitte die „Grautreppe" des Bildes 32 sichtbar.

Schließlich zeigt Bild 35 noch einen einfachen Graukeil, der

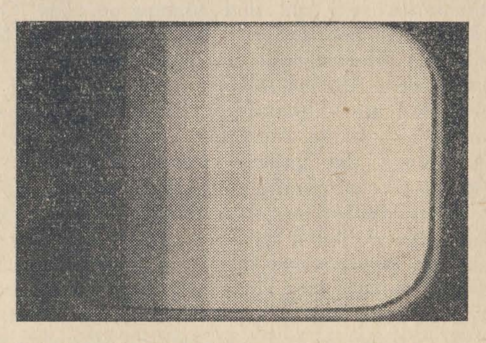


Bild 35 Graukeil. Hier wie bei allen anderen Schirmfotos gehen die Feinheiten im Druck verloren. Der Graukeil hat 10 Helligkeitsstufen

gewöhnlich nur vor Programmbeginn kurzzeitig von einigen Sendern für interne Abgleichzwecke ausgestrahlt wird (Anfrage beim Sender ratsam). Leider gehen im Druck die Abstufungen zwischen den 10 Helligkeitsstufen z. T. verloren. Bild 36 zeigt hierzu das sehr übersichtliche – da die Grautreppe allen Zeilen gemeinsam ist – Zeilen-Oszillogramm. Bild 37 gibt das zugehörige Vertikal-(B-)Oszillogramm wieder. Es ist bis auf einen nur geringen Dachabfall des

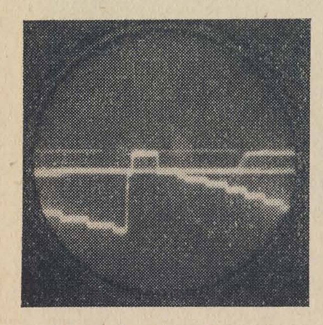


Bild 36 Zeilenoszillogramm zu Bild 35

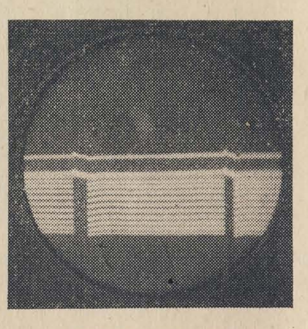


Bild 37 Bildoszillogramm zu Bild 35

Vertikalimpulses sehr gut und formgetreu. Der Graukeil vermittelt mit seinem Zeilenoszillogramm genaue Bezugswerte für den Schwarzpegel und Weißpegel, d. h. für unteren und oberen Arbeitspunkt auf der Kennlinie der Video-Endröhre. Falls die Videostufe linear arbeitet, müssen alle Treppen genau gleiche Abstände voneinander haben. Ein Zusammenrücken der unteren Stufen in Bild 36 ergibt, falls sehr stark ausgeprägt, im Bild kalkige, detaillosausgefressene Weißwerte. Entsprechend sind bei zusammengedrückten oberen Stufen die Schwarzwerte (Schattenpartien im Bild) ohne differenzierte Zeichnung. Falls wiederum nicht senderseitig bedingt, was kaum und dann nur geringfügig der Fall sein wird, liegt ein falscher Arbeitspunkt der Rö 7 vor. Durch geringe Veränderung des Katodenwiderstandes R_{43} kann dieser Fehler beseitigt werden. Hierbei soll bei

weit aufgedrehtem Kontrast oszillografiert werden, jedoch kann zu starkes Aufdrehen des Kontrastes den ZF-Verstärker bereits übersteuern, und das hierbei entstehende Oszillogramm sieht ganz ähnlich aus. Ein Verstellen des Kontrastreglers und Vergleichen des Oszillogramms an M_2 und M_3 schafft hier Klarheit. Der Zeilenimpuls nach Bild 36 wird übrigens in dieser Formtreue selten zu empfangen sein. Falls der Oszillograf breitbandig genug ist, können an den Stufensprüngen der Grautreppe auch eventuelle Überschwing-Erscheinungen (Plastik) erkannt und aus ihrer Form kann evtl. auf ihre Herkunft geschlossen werden.

Damit wäre die Beschreibung der Funktion, des Aufbaus und der Inbetriebnahme des Fernsehempfängers beendet. Ein Nachbau kann bei Beachtung aller gegebenen Hinweise kaum unliebsame Überraschungen bringen. Immerhin ist es gut, vor Baubeginn die Anleitung gründlich zu studieren und auch während des Baues öfters die in Frage kommenden Stellen nochmals zu lesen. Es wird dann mit Sicherheit gelingen, aus dem fertigen Gerät nicht nur ein „Bild", sondern wirklich die letzten, aber ausschlaggebenden Feinheiten in seiner Wiedergabe herauszuholen. Im Anhang werden anschließend neben den nötigen Stücklisten und Aufstellungen stichwortartig noch einige der häufigsten Fehlerursachen behandelt.

6. ANHANG

6.1 Fehlerursachen und ihre Beseitigung

In der vorangegangenen Beschreibung wurde bereits eine größere Anzahl von Fehlermöglichkeiten erwähnt. Hierzu ergänzend noch einige weitere Möglichkeiten:

Ton-ZF-Teil nicht abstimmbar (ohne Meßsender an M_5 Gleichspannung meßbar): Selbsterregung im ZF-Kanal. Falls nicht durch ungünstige Verdrahtung (Erdpunkte) verursacht, C_{45}, C_{65}, C_{72}, C_{73} prüfen. Bei Röhren 6 AC 7 prüfen, ob Abschirmung Masseverbindung hat.

Kein Ton: Prüfen auf evtl. ZF-Selbsterregung und Abgleich. Diskriminator verstimmt? NF-Teil Rö 11 und 12 und zugehörige Schaltung in Ordnung? (Funktionsprobe) Bei Röhrenwechsel der Rö 10 muß evtl. Diskriminator nach-

geglichen werden. Schlechte Nullpunktlage bringt auf Tonmaximum Rauschen und unsauberen Ton.

Kein Bild, kein Ton: Rö 1 und 2 prüfen (geheizt?). Feststellen, ob Oszillator schwingt (an M_1 mit Röhrenvoltmeter – Gleichspannung vorhanden?).

Keine Helligkeit: P_2, R_{48}, R_{50}, R_{118} prüfen, ebenso C_{60}, C_{61}, C_{107} auf Schluß. Sitzt Ionenfallenmagnet richtig (Markierung beachten)? Ist Hochspannung vorhanden?

Keine Hochspannung: Rö 17, 18, 19, 20 prüfen. (Rö 20: Heizfaden soll kirschrot glühen. Wenn ja, gesamter Zeilenkipp in Funktion); Zeilentrafo und (bei Tr_3 Ausf. I) Ablenkeinheit auf Schluß und Durchgang prüfen. Meist Rö 20 die Ursache. Boosterspannung (Ablenkeinheit Punkt 3 gegen Masse) überprüfen. 450 bis 500 V. C_{106} Schluß? Rö 23 Massekontakt prüfen.

Zeilenamplitude zu klein: Rö 17, 18, 19, C_{104} prüfen. Schaltung kontrollieren. Netzspannung messen.

Keine Synchronisation:

a) Bild und Zeile: Rö 13 und R_{73-75}, $C_{82, 83}$ prüfen.

b) Bild: Integrierkette R_{80-83}, C_{84-89}, $R_{84, 85}$, Rö 15 und C_{91} prüfen.

c) Zeile: C_{96-102}, R_{99-109}, Rö 14 prüfen. Falls Halbleiterdioden, gegeneinander oder gegen neue austauschen. C_7 prüfen. Bei Ausführung Tr_3 Ausf. II noch zusätzlich: Schwungradkreis verstimmt? (Kurzschließen und mit P_6 Synchronisation versuchen). Ferner $R_{110-111}$, C_{103} bzw. R_{127}, C_{115} prüfen. Bei Tr_3 Ausf. II Wicklung 10–11 auf Durchgang und Schluß prüfen.

Netzbrummen im Bild: Dunkle Querstreifen „rollen" meist langsam vertikal. Ursachen: Rö 6, Rö 7, Bildröhre Rö 23. Meist Bildröhre, wenn erst später auftretend. Katoden-Feinschluß. Mitunter hilft Umpolen der Bildröhrenheizung.

Geisterbilder: Nicht mit Plastik (diese vgl. Seite 57 und 72) zu verwechseln. Bildkonturen treten in geringem Abstand mehrmals auf. Wenn nicht senderseitig bedingt: schlecht ausgerichtete Antenne, Reflexionen von Gebäuden, Stahltürmen in der Umgebung (auch Gebirgszüge), Anpassungsfehler im Antennenkabel. Niemals Gerätefehler! (vgl. Bild 30).

Keine Auflösung: Zunächst ermitteln, ob HF-, ZF- oder

Videoteil. ZF-Durchlaßkurve und Oszillatorabstimmung kontrollieren, vgl. 4. „Inbetriebnahme und Abgleich". Ist beim Durchdrehen der Abstimmung keinerlei Veränderung der Auflösung zu beobachten, liegt der Fehler wahrscheinlich im Videoteil. Bildröhre 23 auf Katoden-**Fein**schluß prüfen, ggf. Heizung Rö 23 umpolen. Dr_{3-7} prüfen. Tritt **Fahnen-** und **Schattenbildung** auf, die Organe der Schwarzpegelhaltung (Stufe Rö 6) und C_{15} prüfen. C_{15} Kapazität nachmessen (teilweiser Verlust?). Wurden für Rö 6 Germanium-Dioden verwendet, diese gegeneinander oder gegen neue auswechseln. Bei selbstgebauten Korrekturdrosseln evtl. Windungszahl variieren, zunächst Dr_3, Dr_4. Achtung! Auflösungsverlust und Fahnenbildung kann senderseitig vorkommen, nach Testbild beurteilen!

Schneegestöber, Grieß (Rauschen im Bild): Entsteht bei schwach einfallendem Sender oder zu geringer HF-Empfindlichkeit. ZF-Abgleich und Rö 3–5 kontrollieren, Rö 1–2, ggf. Tuner-Abgleich prüfen, vgl. 4. „Inbetriebnahme und Abgleich".

Große weiße Flocken im Bild (nicht mit Grieß verwechseln): Überschläge im Tr 5, Wicklung 6–5 zu 1–2–3. Neu wickeln.

Kurz auftretende, horizontale kurze weiße Striche in der Zeile: Ursache bei Tr 3 Ausf. I (hochohmige Ablenkung) meist Sprühen im Zeilentrafo (Korona) oder in der Ablenkeinheit. Zwischen Ablenkspulen und Bildröhre Glimmer einlegen, auf Luftzwischenraum achten. Ablenkeinheit gut geerdet? Wenn Tr 3 die Ursache: sprühende Stellen mit Elektro-Vergußmasse dick vergießen, etwaige Lötspitzen beseitigen. Notfalls Tr 3 wechseln.

6.2 Wickelvorschriften

Netztrafo Tr_1 – Kern M 102/35, Fe-Qu. 12 cm^2

Wicklungen von innen nach außen:

I	: 770 Wdg. 0,45 CuL	220 V	Netz	
IIa	: 1040 Wdg. 0,2 CuL	280 V	120 mA	
IIb	: wie IIa			
III	: 16 Wdg. 1,0 CuL	4 V	2,2 A	
	(für EZ 81		Rö 22 AZ 12	
	: 24 Wdg. 0,7 CuL)			
IV	: 24 Wdg. 0,5 CuL	6,3 V	0,5 A	Rö 23

V : 24 Wdg. 1,5 CuL 6,3 V Rö 1–10
(für Kontrastregelspannung,
vgl. Netzteil-Beschreibung S. 38):
Va : 24 Wdg. etwa 0,15 CuSS 6,3 V 3 mA

Wicklung Va in Serie mit V, IIb in Serie mit IIa.

Netztrafo Tr_2 – Kern M 102/50, Fe-Qu. 17 cm^2
Wicklungen von innen nach außen:

I	: 550 Wdg. 0,5 CuL	220 V	Netz
IIa	: 770 Wdg. 0,2 CuL	280 V	120 mA
IIb	: wie IIa, mit IIa in Serie		
III	: 14 Wdg. 1,0 CuL	5 V	2 A Rö 21 5Z4c
	(Für EZ 81 : 18 Wdg. 0,7 CuL)		
IV	: 18 Wdg. 1,65 CuL	6,3 V	5,3 A Rö 11–19

Anmerkung: Die Dimensionierung der Heizwicklungen auf Tr_1 und Tr_2 entspricht der Röhrenbestückung des Mustergerätes. Bei anderer Bestückung bzw. Ersatz von Rö 6, 10, 14 durch Halbleiterdioden kann der Drahtquerschnitt entsprechend verringert werden.

Netz-Siebdrosseln Dr_1, Dr_2 – Kerne M 74, Fe-Qu. 7 cm^2 mit Luftspalt 0,5 mm
Wicklung 1700 Wdg. 0,25 CuL

Bildausgangstrafo Tr_5 – El-Kern 65/75/30, Luftspalt 0,5 mm
Wicklung 5–6 : 3600 Wdg. 0,15 CuL
1–2 : 400 Wdg. 0,1 CuL
2–3 : 1200 Wdg. 0,1 CuL
8–7 : 210 Wdg. 0,65 CuL

Wicklung 5–6 isolationsmäßig für 600 V bemessen, Impulsspannung! Wicklung 1–2 und 2–3 in Serie.

Bildsperrschwingertrafo Tr_4 – Spezialkern etwa 0,8 cm^2, Fe-Bleche (Selbstbau kritisch!)
Wicklung 6–ge : 1500 Wdg. 0,1 CuL (gitterseitig)
Wicklung 2–4 : 1150 Wdg. 0,1 CuL (anodenseitig)

Anmerkung: Die Wickelangaben dienen nur als Anhaltswerte für eigenen Versuch, sie gelten für den Originalkern.

Sp_1 (Schwungradkreis Bild 5)
Originalspule: 750 Wdg. 0,12 CuLS, HF-Kern, Stiefelkörper, Kreuzwicklung, 12 mH

Selbstbau-Empfehlung:

10-mm-Stiefelkörper mit HF-Eisenkern,
900 Wdg. 0,12 CuLS, Kreuzwicklung 12 mm breit.

Dr_{3-7} (Korrekturdrosseln Video-Verstärker)
Als Wickelkörper dient der jeweilige Parallelwiderstand der Drossel (vgl. Schaltbild), $^{1}/_{4}$-W-Schichtwiderstand.

Kreuzwicklung 8 mm breit, 0,12 CuLS, Drahtenden mit Anschlußfahnen des Widerstandes verlöten.

Dr_3 : Richtwert 70 Windungen, abhängig von Verdrahtung. Beim Abgleich nach Video-Frequenzgang endgültigen Wert durch Versuch ermitteln. Für EF 80 (Rö 5) ist Dr_3 evtl. entbehrlich (Versuch), R_{36} dann auf etwa 5 kOhm ändern.

Dr_4 : 140 Wdg. Dr_6 : 140 Wdg.
Dr_5 : 95 Wdg. Dr_7 : 165 Wdg.

Tonausgangsübertrager Tr_6 (Werte für ECL 82), $Z_{sec} = 8$ Ohm
Kern M 65, Luftspalt 0,5 mm

Primär: 3000 Wdg. 0,15 CuL, sekundär: 90 Wdg. 1,0 CuL
Diese Werte ändern sich je nach verwendeter Endröhre und Lautsprecherkombination.

Kanalwählerstreifen für UKW-Empfang

Anmerkung: Da mit der Feinabstimmung nicht der gesamte UKW-Bereich 87 bis 100 MHz überstreichbar ist, werden zweckmäßig zwei oder mehr am Empfangsort nicht benötigte Kanalstreifen nach folgenden Angaben geändert. Der Grobabgleich des Oszillators erfolgt mit dem Messingspulenkern in Mittelstellung der Feinabstimmung. Restliche Kreise werden durch Zusammendrücken oder Auseinanderziehen der Wicklung fein abgeglichen. Falls nicht auf bestimmte UKW-Sender abgeglichen wird, empfiehlt sich als Abstimmpunkt 90 MHz für den einen bzw. 96,5 MHz für den zweiten Streifen. Bei drei Streifen etwa 89,5, 93 und 97,5 MHz.

Streifen St_1: Antennenspule 2+2 Wdg. Kaskode-Eingang Rö 1: 12 Wdg.

Streifen St_2: Rö 1 Ausgang 8 Wdg., Mischkreis 8 Wdg., Osz. 7 Wdg. (St_1 kurzer Streifen, St_2 langer Streifen, alle Werte Richtwerte).

6.3 Aufstellung der verwendeten Spezialteile

Sämtliche Teile werden vom VEB RAFENA, Radeberg, hergestellt. Soweit nicht im Einzelhandel erhältlich, kann Lieferung auf Bestellung durch den Großhandel bzw. über Fernseh-Vertragswerkstätten oder Einzelteil-Versandgeschäfte (RFT-Industrieläden der Bezirksstädte) erfolgen.
Die mit *) versehenen Einzelteile können ggf. selbst angefertigt werden (s. 6.2 Wickelvorschriften).

HF-Eingangsteil (Tuner)		aus FE 855	„Dürer", „Rubens"	Nr. FE 855.409 B
Bf_1	*) Bandfilter	aus FE 852	„Rembrandt"	Bv 18069
Bf_2	*) Bandfilter	aus FE 852	„Rembrandt"	Bv 18070 A
Bf_3	*) Bandfilter	aus FE 852	„Rembrandt"	Bv 18071
Bf_4	*) Bandfilter	aus FE 852	„Rembrandt"	Bv 18072
Bf_5	*) Bandfilter	aus FE 852	„Rembrandt"	Bv 18073

Für Bf_{1-5} werden keine Bauvorschriften gegeben, vgl. Schaltungs-Beschreibung des ZF-Teiles

Dr_3	*) Korrekturdrossel	FE 852	„Rembrandt"	Bv 16114 blau
Dr_4	*) Korrekturdrossel	FE 855	„Dürer"	Bv 855-006 gelb
Dr_5	*) Korrekturdrossel	FE 855	„Dürer"	Bv 855-007 weiß
Dr_6	*) Korrekturdrossel	FE 855	„Dürer"	Bv 855-008 grün
Dr_7	*) Korrekturdrossel	FE 855	„Dürer"	Bv 855-009 rot

Die Korrekturdrosseln Dr_{3-7} werden vom Hersteller je nach Type mit den angegebenen Farben gekennzeichnet.

6*

Tr_4	*)	Bildsperrschwingertrafo	FE 855 „Dürer“	Bv 855-001 FE 855.657
Tr_5	*)	Bildausgangstrafo	FE 855.56 „Dürer“	Bv 855-002
Tr_3		Ausf. I Zeilentrafo hochohmig aus	FE 855 C „Rubens“	Bv 18067
		dazu Ablenkeinh. hochohmig aus	FE 855 C „Rubens“	Bv 18064
Tr_3		Ausf. II Zeilentrafo niederohmig aus	FE 855.618 „Dürer“	Bv 855-023
		dazu Ablenkeinh. niederohmig aus	FE 855.670 „Dürer“	Bv 855-018
Sp_2/Sp_3		Bildbreiten- u. Linearitätsregler a.	FE 855.640 (4) „Dürer“	Bv 855-028/Bv 855-027
Sp_1	*)	Schwungradkreis	FE 855 G „Dürer“	Bv 855-022

6.4 Stücklisten

6.41 Stückliste Röhren (Bestückung des Mustergerätes)

Röhre	Type	Funktion	Austauschtype	Bemerkung
Rö 1	ECC 84	HF-Kaskodeeingang	– –	im Tuner FE 855.409.B enthalten
Rö 2	ECF 82	Mischer/Oszillator	– –	
Rö 3	EF 80	1. ZF-Stufe, Bild + Ton	6 AC 7	EF 80 günstiger
Rö 4	EF 80	2. ZF-Stufe, Bild	6 AC 7	EF 80 günstiger
Rö 5	6 AC 7	3. ZF-Stufe, Bild	EF 80	EF 80 günstiger
Rö 6	6 H 6	Bild-Demodulator, Schwarzpegelhaltung	EAA 91 oder 2 St. Ge-Dioden OA 626	6 H 6 veraltet
Rö 7	6 AG 7	Video-Endstufe	EL 83	EL 83 günstiger
Rö 8	6 AC 7	2. ZF-Stufe, Ton	EF 80	EF 80 günstiger
Rö 9	6 AC 7	3. ZF-Stufe, Ton	EF 80	EF 80 günstiger
Rö 10	6 H 6	Diskriminator, Ton	vgl. Rö 6	vgl. Rö 6
Rö 11	6 AC 7	NF-Vorstufe	ECL 82	ECL 82 günstiger, spart 1 Röhre
Rö 12	6 AG 7	NF-Endstufe		
Rö 13	6 SN 7	Impulstrennstufe, Impulsbegrenzer, Symmetrierstufe	ECC 82	6 SN 7 veraltet, elektr. gleichwertig

Rö 14	6 H 6	Phasenvergleichsstufe (Diskriminator)	EAA 91 oder Ge-Diodenpaar OAA 646	6 H 6 veraltet Dioden müssen ausgesuchtes Paar sein
Rö 15	1/2 6SN7	Vertikalimpulsverstärker	1/2 ECC 82, EC 92	EC 92 günstig
Rö 16	ECL 82	Bild-Sperrschwinger, Bildkipp-Endstufe	– –	
Rö 17	ECC 82	Zeilen-Multivibrator	– –	
Rö 18	EL 81	Zeilen-Endstufe	– –	
Rö 19	EY 81	Booster-Diode	– –	
Rö 20	EY 51	Hochspannungsventil	– –	im Tr_3 (Ausf. I u. II) fest eingelötet
Rö 21	5 Z 4 c	Netzgleichrichter	EZ 81	EZ 81 günstiger
Rö 22	AZ 12	Netzgleichrichter	EZ 81	EZ 81 günstiger
Rö 23	B 30 M 1	Bildröhre	B 43 M 1	für B 43 M 1 ist Tr_3 Ausf. II mit Schaltg. Bild 5 erforderlich, und zugehör. Ablenksp.

Anmerkung: Für Rö 21 und 22 können je 2 Selengleichrichter 300 V/120 mA verwendet werden, Rö 6, 10 und 14 können durch Germanium-Dioden ersetzt werden, Rö 11 und 12 können zu einer Röhre zusammengefaßt werden. Die Gesamtröhrenzahl verringert sich dann auf 17 Röhren.

6.42 Stückliste Kondensatoren

Anmerkung:

*) im Tuner FE 855.409 B enthalten

**) für niederohmigen Zeilenablenkteil (Bild 5) erforderlich

$C_{Nr.}$	Wert	Betr.-Sp. Volt	Bemerkung
C_1	32 μF	350 V	Becherelko (Mindestwert)
C_2	32 μF	350 V	Becherelko (Mindestwert)
C_3	50 μF	350 V	Becherelko
C_4	16 μF	350 V	Becherelko
C_5	50 μF	350 V	Becherelko (Mindestwert)
C_6	32 μF	350 V	Becherelko (Mindestwert)
C_7	8 μF	350 V	Becherelko
C_8	16 μF	350 V	Becherelko
C_9	50 μF	350 V	Becherelko
C_{10}	8 μF	350 V	Becherelko
C_{11}	50 μF	12 V	
C_{12}	250 μF	12 V	Mindestwert
C_{13}	25 μF	30 V	Kleinelko
C_{14}	100 μF	12 V	Kleinelko
C_{15}	250 μF	12 V	Mindestwert
C_{16}	1 μF	500 V	MP-Becher
C_{17}	0,5 μF	150 V	MP-Becher
C_{18}	500 pF	350 V	Epsilan*)
C_{19}	500 pF	350 V	Epsilan*)
C_{20}	500 pF	350 V	Epsilan*)
C_{21}	2 pF	160 V	Keramik*)
C_{22}	5 pF	160 V	Keramik*)
C_{23}	0,3–3 pF	Ko 3383	Schraubtrimmer*)
C_{24}	0,3–3 pF	Ko 3383	Schraubtrimmer*)
C_{25}	3 nF	500 V	Durchf.-K. Epsilan*)
C_{26}	500 pF	350 V	Keramik*)
C_{27}	20 pF	350 V	Keramik*)
C_{28}	wie C_{23}		*)
C_{29}	20 pF	500 V	Keramik*)

$C_{Nr.}$	Wert	Betr.-Sp. Volt	Bemerkung
C_{30}	wie C_{23}		*)
C_{31}	Abstimmkondensator		spez.*)
C_{32}	10 pF	350 V	Keramik*)
C_{33}	7–20 pF	Ko 3371	Knopftr.*)
C_{34}	60 pF	160 V	Keramik*)
C_{35}	1 nF	500 V	Keramik*)
C_{36}	500 pF	250 V	Epsilan*)
C_{37}	3 nF		Durchf.-Kond.*)
C_{38}	3 nF		Durchf.-Kond.*)
C_{39}	3 nF		Durchf.-Kond.*)
C_{40}	3 nF		Durchf.-Kond.*)
C_{41}	3 nF		Durchf.-Kond.*)
C_{42}	5 nF	160 V	Epsilan
C_{43}	5 nF	500 V	Epsilan
C_{44}	2 nF	160 V	Epsilan
C_{45}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{46}	7–20 pF	Ko 3371	Trimmer (wie C_{33} o. ä.)
C_{47}	60 pF	250 V	Keramik, im Bf_1 enthalten
C_{48}	60 pF	250 V	Keramik, im Bf_2 enthalten
C_{49}	60 pF	250 V	Keramik, im Bf_3 enthalten
C_{50}	20 pF	160 V	Keramik, im Bf_2 enthalten
C_{51}	20 pF	160 V	Keramik, im Bf_3 enthalten
C_{52}	2 nF	160 V	Epsilan
C_{53}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{54}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{55}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{56}	0,25 µF	250 V	Rollkondens.
C_{57}	0,25 µF	250 V	Rollkondens.
C_{58}	100 pF	160 V	Keramik
C_{59}	25 nF	250 V	Sikatrop
C_{60}	0,1 µF	250 V	Rollkondens.
C_{61}	5 nF	500 V	Sikatrop
C_{62}	0,1 µF	250 V	Rollkondens.
C_{63}	100 pF	160 V	Keramik
C_{64}	2 nF	160 V	Epsilan
C_{65}	5 nF	250 V	Epsilan

$C_{Nr.}$	Wert	Betr.-Sp. Volt	Bemerkung
C_{66}	20 pF	160 V	Keramik, im Bf_4 enthalten
C_{67}	20 pF	160 V	Keramik, im Bf_4 enthalten
C_{68}	20 pF	160 V	Keramik, im Bf_5 enthalten
C_{69}	25 pF	250 V	Keramik, im Bf_5 enthalten
C_{70}	30 pF	160 V	Keramik, im Bf_5 enthalten
C_{71}	100 pF	160 V	Keramik
C_{72}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{73}	5 nF	250 V	Epsilan
C_{74}	100 pF	160 V	Keramik
C_{75}	500 pF	160 V	Keramik
C_{76}	25 nF	250 V	Epsilan
C_{77}	10 nF	250 V	Epsilan
C_{78}	10 nF	250 V	Sikatrop
C_{79}	10 nF	250 V	Sikatrop
C_{80}	10 nF	250 V	Sikatrop
C_{81}	1 nF	250 V	Sikatrop
C_{82}	5 nF	500 V	Sikatrop
C_{83}	100 pF	250 V	Keramik
C_{84}	5 nF	250 V	Sikatrop
C_{85}	50 μF	350 V	Elko
C_{86}	2 nF	250 V	Sikatrop
C_{87}	2,5 nF	250 V	Sikatrop
C_{88}	2,5 nF	250 V	Sikatrop
C_{89}	120 pF	250 V	Keramik
C_{90}	0,1 μF	250 V	Sikatrop
C_{91}	50 nF	250 V	Sikatrop
C_{92}	5 nF	250 V	Sikatrop
C_{93}	0,1 μF	250 V	Sikatrop
C_{94}	10 nF	500 V	Sikatrop
C_{95}	20–100 pF	Ko 2504 AK	im Ablenksystem enthalten
C_{96}	2,5 nF	250 V	Sikatrop
C_{97}	2,5 nF	250 V	Sikatrop
C_{98}	5 nF	250 V	Sikatrop
C_{99}	50 nF	250 V	Sikatrop
C_{100}	250 pF	250 V	Keramik
C_{101}	10 nF	250 V	Sikatrop

$C_{Nr.}$	Wert	Betr.-Sp. Volt	Bemerkung
C_{102}	200 pF	250 V	Keramik
C_{103}	2,5 nF	250 V	Sikatrop
C_{104}	10 pF	4 kV	Keramik (hochspannungsfest)
C_{105}	10 nF	500 V	Sikatrop
C_{106}	0,1 µF	750 V	Sikatrop (Boosterkond.)
C_{107}	10 nF	500 V	Sikatrop
C_{108}	10 nF	250 V	Sikatrop**)
C_{109}	500 pF	500 V	Sikatrop**) anstelle C_{100}
C_{110}	250 pF	250 V	Sikatrop**) anstelle C_{102}
C_{111}	5 nF	500 V	Sikatrop**) anstelle C_{105}
C_{112}	2 nF	spez.	**) in Tr_3, Ausf. II enthalten
C_{113}	100 pF	spez.	**) in Tr_3, Ausf. II enthalten
C_{114}	1,3 nF	500 V	Sikatrop**)
C_{115}	1 nF	250 V	Sikatrop**) anstelle C_{103}
C_{116}	3 pF	160 V	Keramik
C_{117}	5 nF	500 V	Rollkond.
C_{118}	5 nF	500 V	Rollkond.

Hinweis:

Für Sikatrop-Kondensatoren können ersatzweise Wickelkondensatoren in verlustarmer Ausführung (z. B. VEB FREIKO, Typ 0216 oder Styroflex-Kondensatoren) verwendet werden.

Siehe auch S. 38 (Heizleitungsabblockung).

6.43 Stückliste Widerstände

Anmerkung: *) im Tuner FE 855.409 B enthalten
**) für niederohmige Zeilenablenkung (Bild 5) erforderlich.

$R_{Nr.}$	Wert	Belastung	Bemerkung
R_1	3 kΩ	4 W	Draht
R_2	1 kΩ	3 W	Draht
R_3	100 Ω	0,25 W	
R_4	5 kΩ	0,5 W	
R_5	2 kΩ	0,5 W	
R_6	50 kΩ	0,25 W	
R_7	50 kΩ	0,25 W	
R_{7a}	2 kΩ	0,5 W	
R_8	5 kΩ	0,1 W	*)
R_9	10 kΩ	0,1 W	*)
R_{10}	180 kΩ	0,1 W	*)
R_{11}	200 kΩ	0,1 W	*)
R_{12}	5 kΩ	1 W	*)
R_{13}	(4 kΩ)	0,1 W	*) Nur in einigen St_2 enthalten
R_{14}	200 kΩ	0,1 W	*)
R_{15}	5 kΩ	0,1 W	*)
R_{16}	10 kΩ	0,1 W	*)
R_{17}	10 kΩ	1 W	*)
R_{18}	80 kΩ	0,25 W	*)
R_{19}	10 Ω	0,1 W	*)
R_{20}	10 kΩ	0,25 W	*)
R_{21}	5 kΩ	0,25 W	*)
R_{22}	600 Ω	1 W	
R_{23}	200 kΩ	0,25 W	
R_{24}	100 kΩ	0,5 W	
R_{25}	200 kΩ	0,5 W	
R_{26}	3 kΩ	0,25 W	
R_{27}	30 Ω	0,5 W	
R_{28}	1 kΩ	0,5 W	

$R_{Nr.}$	Wert	Belastung	Bemerkung
R_{29}	20 kΩ	0,25 W	
R_{30}	100 kΩ	0,25 W	
R_{31}	40 Ω	0,5 W	
R_{32}	1 kΩ	0,5 W	
R_{33}	50 kΩ	0,25 W	in Bf_2 enthalten
R_{34}	160 Ω	0,5 W	
R_{35}	1 kΩ	0,5 W	
R_{36}	3,3 kΩ	0,25 W	mit Dr_3 bewickelt
R_{37}	5 kΩ	0,25 W	
R_{38}	500 kΩ	0,5 W	
R_{39}	20 kΩ	0,25 W	
R_{40}	200 kΩ	0,25 W	
R_{41}	500 kΩ	0,25 W	mit Dr_4 bewickelt
R_{42}	3 kΩ	0,25 W	mit Dr_5 bewickelt
R_{43}	200 Ω	1 W	für EL 83: 125Ω 1 W
R_{44}	10 kΩ	0,25 W	mit Dr_6 bewickelt
R_{45}	2 kΩ	0,25 W	mit Dr_7 bewickelt
R_{46}	3 kΩ	4 W	
R_{47}	200 kΩ	0,5 W	
R_{48}	200 kΩ	0,5 W	
R_{49}	200 kΩ	0,25 W	
R_{50}	200 kΩ	0,25 W	
R_{51}	50 kΩ	0,25 W	
R_{52}	160 Ω	0,5 W	
R_{53}	1 kΩ	0,5 W	
R_{54}	100 kΩ	0,25 W	
R_{55}	50 kΩ	0,25 W	
R_{56}	100 kΩ	0,5 W	
R_{57}	100 kΩ	0,25 W	
R_{58}	100 kΩ	0,25 W	
R_{59}	100 kΩ	0,25 W	
R_{60}	50 kΩ	0,25 W	
R_{61}	1 MΩ	0,25 W	
R_{62}	1,5 kΩ	0,5 W	
R_{63}	100 kΩ	0,5 W	
R_{64}	30 kΩ	0,5 W	

$R_{Nr.}$	Wert	Belastung	Bemerkung
R_{65}	25 kΩ	0,25 W	
R_{66}	50 kΩ	0,25 W	
R_{67}	100 kΩ	0,25 W	
R_{68}	1 MΩ	0,25 W	
R_{69}	1 kΩ	0,25 W	
R_{70}	3 MΩ	0,25 W	
R_{71}	100 Ω	0,25 W	
R_{72}	100 Ω	0,5 W	für ECL 82: 450 Ω 1 W
R_{73}	35 kΩ	0,25 W	
R_{74}	700 kΩ	0,25 W	
R_{75}	3,5 MΩ	0,25 W	
R_{76}	5 kΩ	1 W	***)
R_{77}	1 MΩ	0,5 W	
R_{78}	5 kΩ	1 W	***)
R_{79}	5 kΩ	1 W	
R_{80}	30 kΩ	0,25 W	
R_{81}	20 kΩ	0,25 W	
R_{82}	20 kΩ	0,25 W	
R_{83}	100 kΩ	0,25 W	
R_{84}	30 kΩ	0,5 W	
R_{85}	50 kΩ	1 W	
R_{86}	5 kΩ	0,25 W	
R_{87}	50 kΩ	0,25 W	
R_{88}	50 kΩ	0,25 W	
R_{89}	1,5 MΩ	0,25 W	
R_{90}	1 kΩ	0,25 W	
R_{91}	450 Ω	1 W	
R_{92}	20 kΩ	0,5 W	
R_{93}	100 kΩ	0,25 W	
R_{94}	300 kΩ	0,25 W	
R_{95}	30 kΩ	0,5 W	
R_{96}	500 Ω	3 W	
R_{97}	50 Ω	0,25 W	im Ablenksystem enthalten
R_{98}	50 Ω	0,25 W	im Ablenksystem enthalten

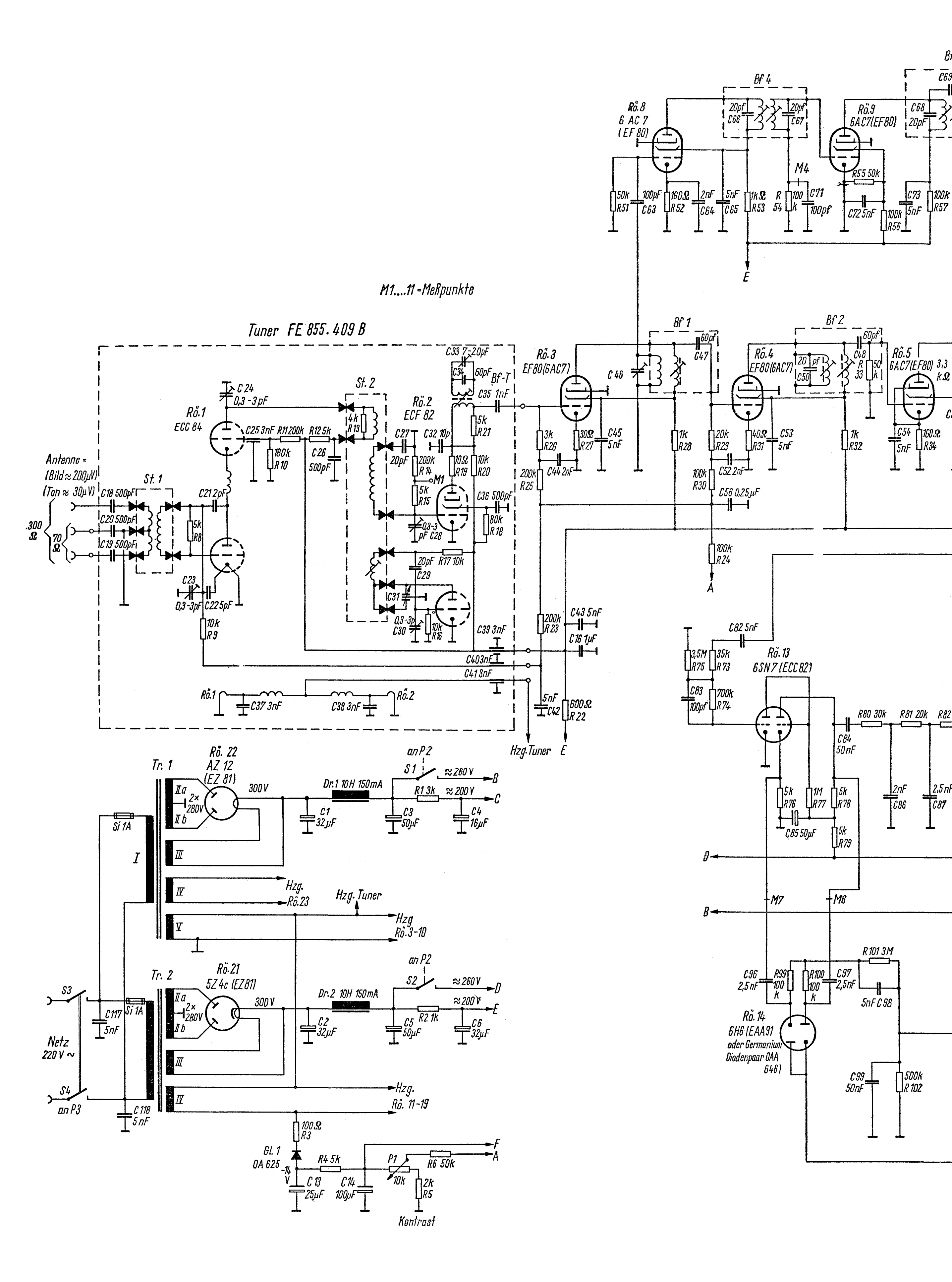
$R_{Nr.}$	Wert	Belastung	Bemerkung
R_{99}	100 kΩ	0,25 W	
R_{100}	100 kΩ	0,25 W	
R_{101}	3 MΩ	0,25 W	
R_{102}	500 kΩ	0,25 W	
R_{103}	50 kΩ	0,25 W	
R_{104}	1 kΩ	0,5 W	
R_{105}	300 kΩ	0,5 W	
R_{106}	500 kΩ	0,25 W	
R_{107}	30 kΩ	0,5 W	
R_{108}	150 kΩ	0,25 W	
R_{109}	10 kΩ	0,25 W	
R_{110}	120 kΩ	0,25 W	
R_{111}	2,5 MΩ	0,25 W	
R_{112}	500 kΩ	0,25 W	
R_{113}	1 kΩ	0,25 W	
R_{114}	300 kΩ	0,25 W	
R_{115}	160 Ω	1 W	
R_{116}	5 kΩ	2 W	
R_{117}	30 kΩ	1 W	
R_{118}	500 kΩ	0,5 W	
R_{119}	3 kΩ	1 W	**) anstelle R_{107}
R_{120}	50 kΩ	0,25 W	**)
R_{121}	5 kΩ	0,5 W	**) anstelle R_{105}
R_{122}	200 kΩ	0,5 W	**) anstelle R_{106}
R_{123}	40 kΩ	0,5 W	**) anstelle R_{108}
R_{124}	3 kΩ	3 W	**) anstelle R_{116}
R_{125}	50 kΩ		**) in Tr_3, II enthalten
R_{126}	3 kΩ	0,25 W	**)
R_{127}	50 kΩ	0,25 W	**) anstelle R_{110} und R_{111}
R_{128}	500 kΩ	0,25 W	
R_{129}	50 kΩ	0,25 W	

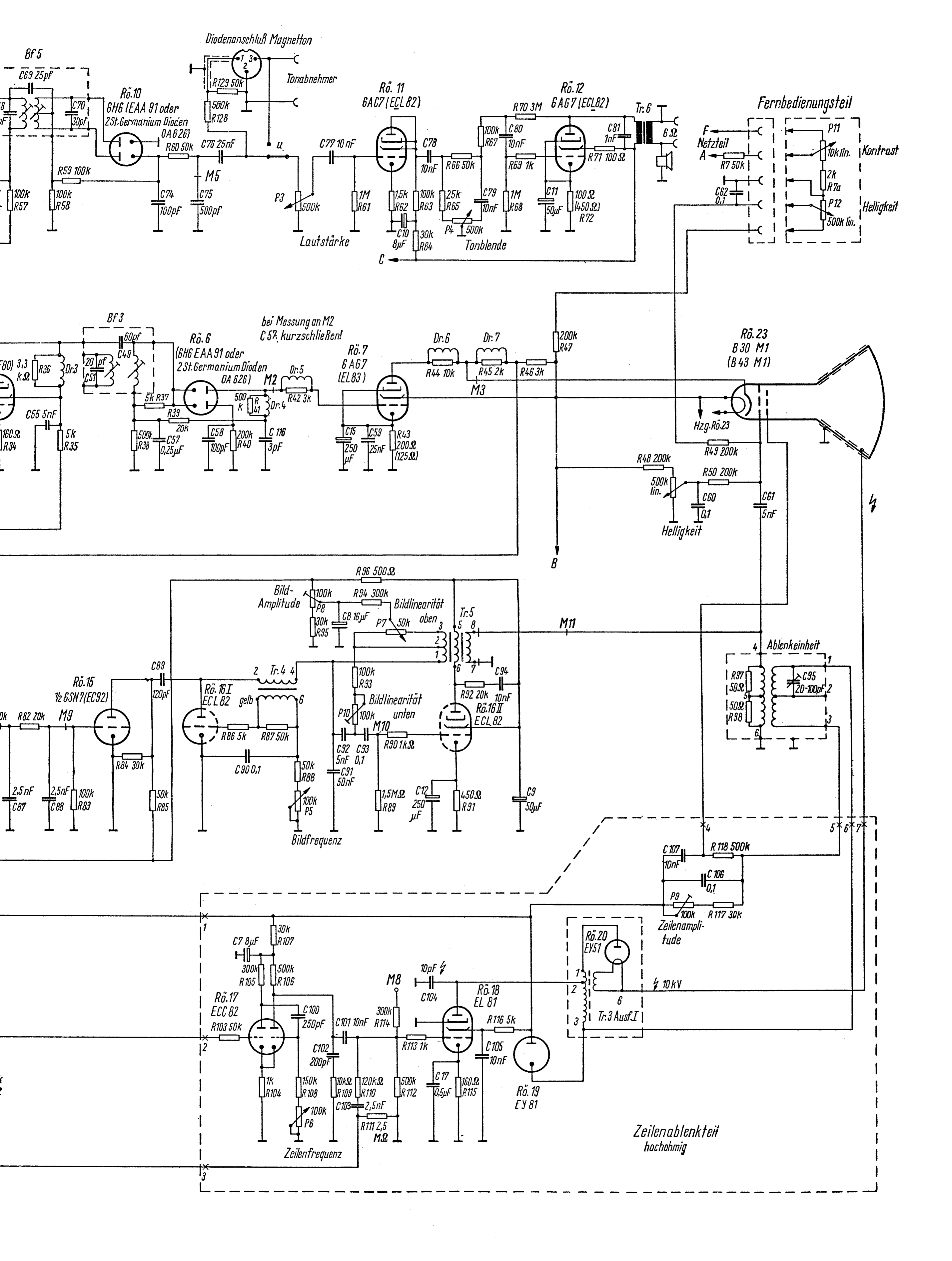
***) R_{76} und R_{78} müssen genau wertgleich sein oder abgeglichen werden, s. Bildunterschrift Bild 28.

6.44 Stückliste Potentiometer

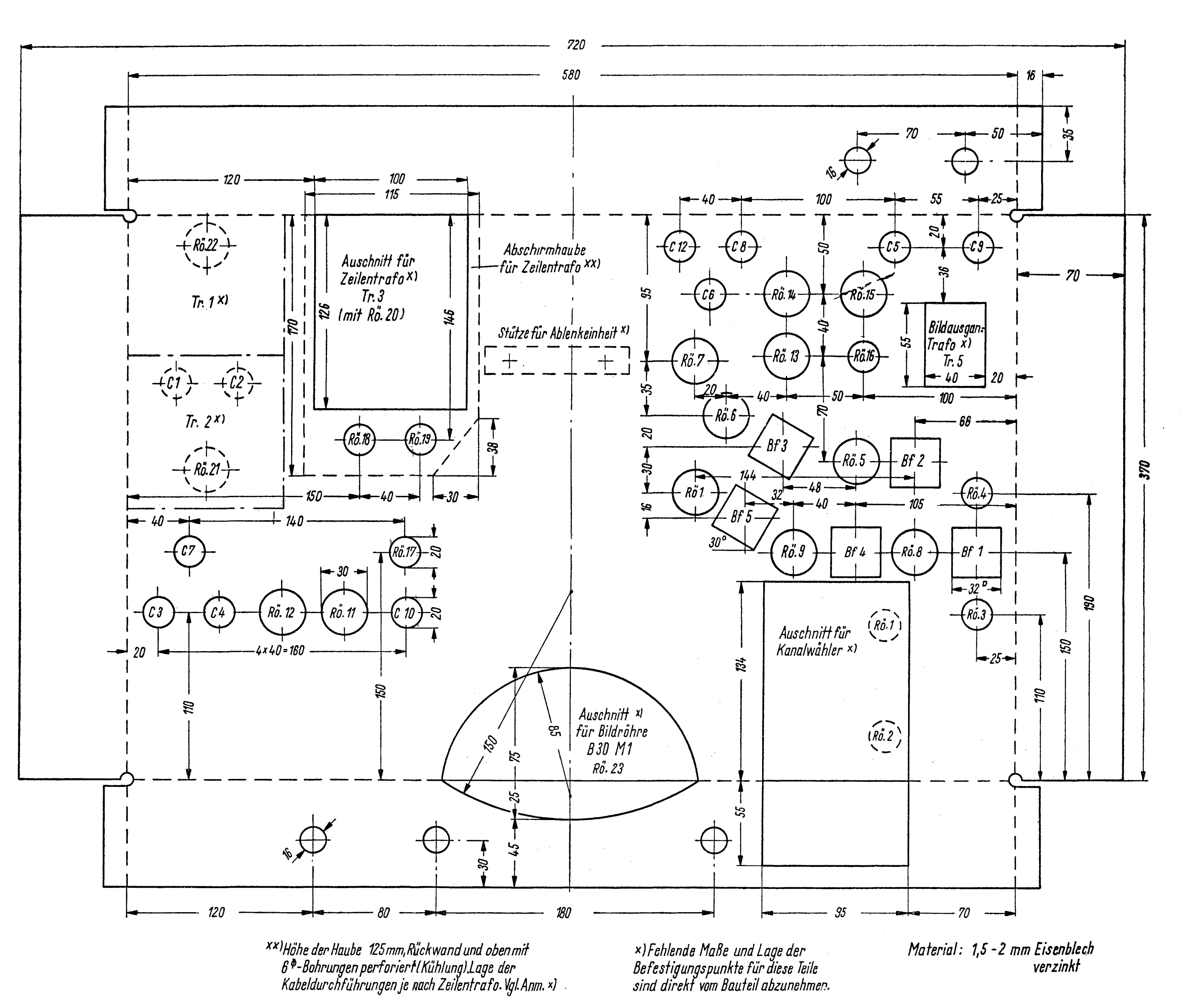
$P_{Nr.}$	Wert	Funktion	Bemerkung
P_1	10 kΩ lin	Kontrastregler	Doppelpotentiometer (P_1, P_2)
P_2	500 kΩ lin	Helligkeit, mit Bildabschalter (2-pol. Ausschalter)	
P_3	500 kΩ log	Lautstärke, mit Netzschalter (2-pol. Ausschalter)	Doppelpotentiometer (P_3, P_6)
P_6	100 kΩ lin	Zeilenfrequenz	
P_4	500 kΩ lin	Tonblende (ggf. vgl. Bild 3)	Doppelpotentiometer (P_4, P_5)
P_5	100 kΩ lin	Bildfrequenz	
P_7	50 kΩ lin	Bildlinearität, oben	Abgleichregler mit Schlitzachse für Schraubenziehereinstellung
P_8	100 kΩ lin	Bildamplitude (Bildhöhe)	Abgleichregler mit Schlitzachse für Schraubenziehereinstellung
P_9	100 kΩ lin	Zeilenamplitude (Bildbreite)	Abgleichregler mit Schlitzachse für Schraubenziehereinstellung (nur bei Tr_3, Ausf. I)
P_{10}	100 kΩ lin	Bildlinearität, unten	Kleinstpotentiometer für Schraubenziehereinstellung, evtl. Ersatz durch Festwiderstand, vgl. Seite 29
P_{11}	10 kΩ lin	Kontrastregler (Fernbedienungsteil)	Kleinpotentiometer (P_{11}, P_{12})
P_{12}	500 kΩ lin	Helligkeit (Fernbedienungsteil)	

INHALTSVERZEICHNIS


M1....11 = Meßpunkte
Tuner FE 855.409 B
Antenne = (Bild ≈ 200µV) (Ton ≈ 30µV)
300 Ω
70 Ω
St. 1
St. 2
Rö.1 ECC 84
Rö.2 ECF 82
Rö.3 EF80(6AC7)
Rö.4 EF80(6AC7)
Rö.5 6AC7(EF80)
Rö.8 6 AC 7 (EF 80)
Rö.9 6AC7(EF80)
Bf 1
Bf 2
Bf 4
Bf-T
M4
Rö.13 6SN7 (ECC 82)
Rö.14 6H6 (EAA91 oder Germanium Diodenpaar OAA 646)
M7
M6
Hzg. Tuner
Rö. 22 AZ 12 (EZ 81)
Rö. 21 5Z 4c (EZ81)
Tr. 1
Tr. 2
Si 1A
Dr.1 10H 150mA
Dr.2 10H 150mA
an P2
an P3
Netz 220 V ~
Hzg. Rö.23
Hzg Rö.3-10
Hzg. Rö. 11-19
GL 1 OA 625
Kontrast



Diodenanschluß Magnetton
Tonabnehmer
Bf 5
Rö.10
6H6 (EAA 91 oder 2St. Germanium Dioden OA 626)
Rö. 11
6AC7 (ECL 82)
Rö.12
6 AG7 (ECL82)
Tr. 6
Fernbedienungsteil
Netzteil
Kontrast
Helligkeit
Lautstärke
Tonblende
Bf 3
Rö. 6
(6H6 EAA 91 oder 2St. Germanium Dioden OA 626)
bei Messung an M2 C 57 kurzschließen!
Rö.7
6 AG7 (EL 83)
Dr. 6
Dr. 7
Rö. 23
B 30 M1
(B 43 M1)
Hzg. Rö. 23
Helligkeit
Bild-Amplitude
Bildlinearität oben
Tr. 5
M11
Ablenkeinheit
Rö.15
½ 6SN7 (EC92)
Rö. 16 I
ECL 82
Tr. 4
gelb
Bildlinearität unten
Rö. 16 II
ECL 82
Bildfrequenz
Zeilenamplitude
Rö. 17
ECC 82
Rö. 18
EL 81
Rö. 20
EY51
10 kV
Tr. 3 Ausf. I
Rö. 19
EY 81
Zeilenfrequenz
Zeilenablenkteil
hochohmig



xx) Höhe der Haube 125 mm, Rückwand und oben mit 6 Φ-Bohrungen perforiert (Kühlung). Lage der Kabeldurchführungen je nach Zeilentrafo. Vgl. Anm. x)

x) Fehlende Maße und Lage der Befestigungspunkte für diese Teile sind direkt vom Bauteil abzunehmen.

Material: 1,5 - 2 mm Eisenblech verzinkt

Bild 6 Chassis-Aufriß mit den wichtigsten Baumaßen und Lageangabe der größeren Einzelteile, vgl. mit Bild 8

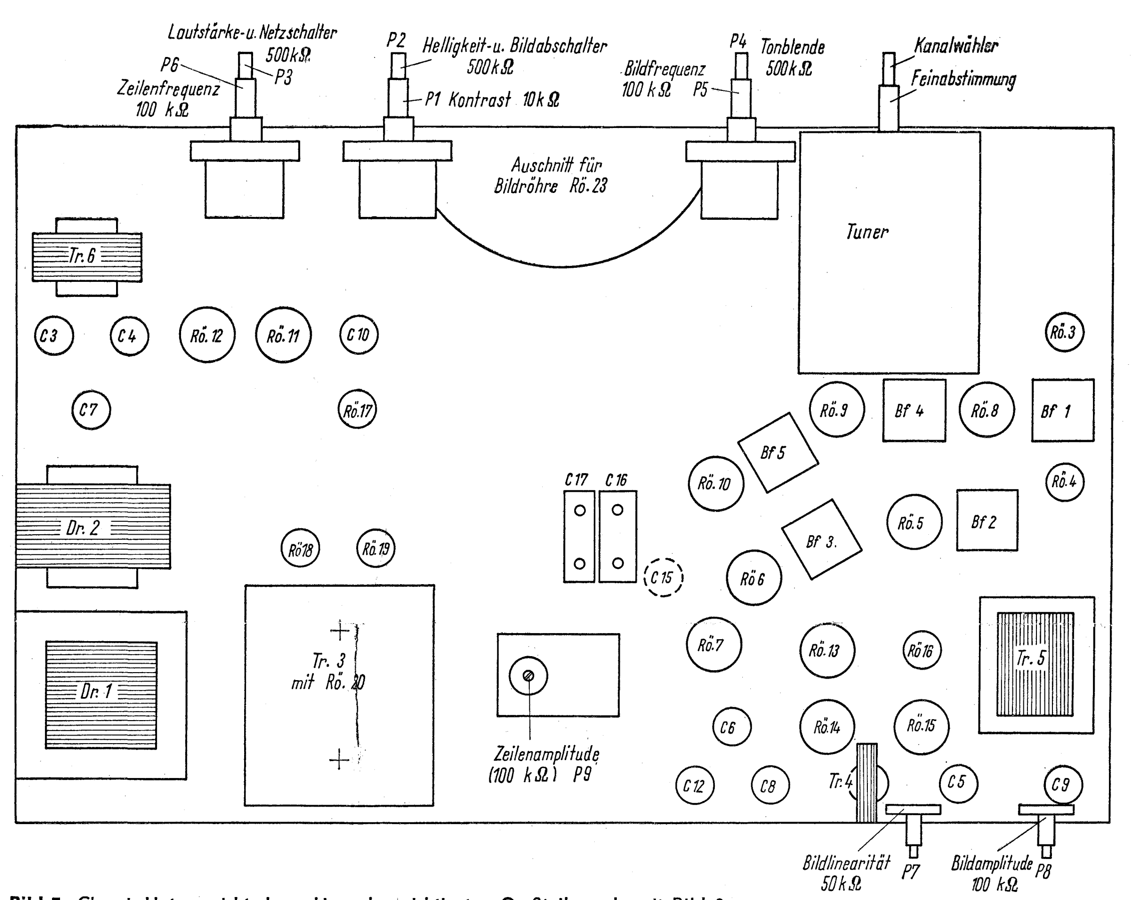


Bild 7 Chassis-Unteransicht. Lageskizze der wichtigsten Großteile, vgl. mit Bild 9

Preis 1,90 DM